

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN xxxx:202x

Xuất bản lần 1

**Phát thải nguồn tĩnh - Xác định phát thải khí nhà kính (KNK)
trong các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng
- Phần 3: Công nghiệp xi măng**

*Stationary source emissions – Determination of greenhouse gas (GHG) emissions in
energy-intensive industries
Part 3: Cement industry*

HÀ NỘI – 202x

Mục lục**Trang**

1	Phạm vi áp dụng.....	7
2	Tài liệu viện dẫn.....	7
3	Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4	Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt.....	12
5	Xác định theo phương pháp cân bằng khối lượng.....	13
5.1	Tổng quan.....	13
5.2	KNK chính trong xi măng.....	13
5.3	Xác định dựa trên cân bằng khối lượng.....	13
5.4	Xác định bằng phép đo phát thải ống khói.....	13
5.5	Tổng phát thải và phát thải ròng.....	13
6	Ranh giới hệ thống.....	19
6.1	Tổng quan.....	19
6.2	Ranh giới hoạt động.....	19
6.3	Ranh giới tổ chức.....	21
7	Phát thải KNK trực tiếp và cách xác định.....	23
7.1	Tổng quan.....	23
7.2	CO ₂ từ quá trình nung nguyên liệu.....	26
7.3	Báo cáo phát thải CO ₂ từ quá trình nung nguyên liệu dựa trên sản lượng clanhke: tóm tắt các khuyến nghị của IPCC và CSI và hệ số phát thải mặc định cho clanhke.....	36
7.4	Xác định tỷ lệ nung FD.....	36
7.5	Xác định trực tiếp hệ số phát thải CO ₂ của FD từ phân tích hàm lượng CO ₂	37
7.6	Các vấn đề cụ thể đối với xi măng về nhiên liệu.....	37
7.7	KNK từ nhiên liệu cho lò nung.....	40
7.8	KNK từ nhiên liệu không dùng cho lò.....	40
7.9	KNK từ quá trình đốt cháy nước thải.....	41
7.10	Phát thải KNK ngoài CO ₂ từ ngành xi măng.....	41
8	Phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng và gián tiếp khác và cách xác định.....	41
8.1	Tổng quan.....	41
8.2	CO ₂ từ sản xuất điện bên ngoài.....	42
8.3	CO ₂ từ clanhke mua.....	42
9	Đường cơ sở, mua lại và thoái vốn.....	43
10	Báo cáo.....	44
10.1	Tổng quan.....	44
10.2	Báo cáo môi trường doanh nghiệp.....	44

TCVN xxxx-3:202x

10.3 Kỳ báo cáo	45
10.4 Chỉ số hiệu suất.....	45
11 Tính không đảm bảo của kiểm kê KNK.....	52
11.1 Giới thiệu về đánh giá độ không đảm bảo	52
11.2 Độ không đảm bảo của dữ liệu hoạt động.....	55
11.3 Độ không đảm bảo của các thông số nhiên liệu và vật liệu	55
11.4 Độ không đảm bảo của các phép đo phát thải ống khói liên tục	56
11.5 Đánh giá độ không đảm bảo tổng thể của kiểm kê KNK	56
11.6 Áp dụng các giá trị mặc định thay vì phân tích kết quả	57
12 Cân nhắc khi áp dụng tiêu chuẩn này (quy trình thẩm định).....	57
PHỤ LỤC A_(tham khảo)_Phát hiện từ các thử nghiệm hiện trường (sự giao thoa trong phân tích).....	60
PHỤ LỤC B_(tham khảo)_Hệ số phát thải.....	64
PHỤ LỤC C_(tham khảo)_Độ không đảm bảo của dữ liệu hoạt động.....	66
PHỤ LỤC D_(tham khảo) Tổng quan về các thuật ngữ trong nhà máy xi măng	71
Thư mục tài liệu tham khảo	73

Lời nói đầu

TCVN xxxx-3:202x được xây dựng trên cơ sở tham khảo EN 19694-3:2016

TCVN xxxx-3:202x do Viện Vật liệu xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố

Bộ TCVN xxxx (EN 19694), *Phát thải nguồn tĩnh – Xác định phát thải khí nhà kính (KNK) trong các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng* bao gồm các phần sau:

- Phần 1: Quy định chung
- Phần 2: Công nghiệp sắt thép
- Phần 3: Công nghiệp xi măng
- Phần 4: Công nghiệp nhôm
- Phần 5: Công nghiệp vôi
- Phần 6: Công nghiệp hợp kim

Phát thải từ nguồn tĩnh – Xác định lượng phát thải khí nhà kính (KNK) trong các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng

Phần 3: Công nghiệp xi măng

Stationary source emissions – Determination of greenhouse gas (GHG) emissions in energy-intensive industries –

Part 3: Cement industry

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định một phương pháp được thống nhất để tính toán phát thải khí nhà kính từ ngành công nghiệp xi măng, nhằm báo cáo các phát thải này cho các mục đích khác nhau và theo các cơ sở khác nhau, chẳng hạn như cơ sở nhà máy, cơ sở doanh nghiệp (theo quốc gia hoặc theo khu vực) hoặc thậm chí trên cơ sở nhóm quốc tế. Tiêu chuẩn đề cập đến tất cả các nguồn khí nhà kính trực tiếp và gián tiếp sau đây bao gồm [1]:

- Phát thải khí nhà kính trực tiếp (phạm vi 1) từ các nguồn do doanh nghiệp sở hữu hoặc kiểm soát, chẳng hạn như phát thải từ các nguồn sau:
 - + Quá trình: nung carbonat và đốt cháy carbon hữu cơ có trong nguyên liệu;
 - + Đốt nhiên liệu lò nung (nhiên liệu hóa thạch, nhiên liệu hóa thạch thay thế, nhiên liệu hỗn hợp có hàm lượng carbon sinh học, sinh khối và chất lỏng sinh học) liên quan đến sản xuất clanhke và/hoặc sấy khô nguyên liệu và nhiên liệu;
 - + Đốt nhiên liệu ngoài lò (nhiên liệu hóa thạch, nhiên liệu hóa thạch thay thế, nhiên liệu hỗn hợp có hàm lượng carbon sinh học, sinh khối và chất lỏng sinh học) liên quan đến thiết bị và phương tiện tại chỗ, sưởi ấm/làm mát phòng, sấy khô phụ gia khoáng (ví dụ: xỉ hoặc puzolan);
 - + Đốt nhiên liệu để phát điện tại chỗ;
 - + Quá trình đốt cháy carbon có trong nước thải.
- Phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng (phạm vi 2) tạo ra điện, nhiệt hoặc hơi nước đã mua được tiêu thụ trong thiết bị do doanh nghiệp sở hữu hoặc kiểm soát;
- Phát thải KNK gián tiếp khác (phạm vi 3) từ clanhke được mua. Tất cả các phát thải phạm vi 3 khác từ ngành công nghiệp xi măng được loại trừ khỏi tiêu chuẩn này.

2 Tài liệu viện dẫn

Không áp dụng.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Nguyên liệu bổ sung (additional raw material)

Adrm

Nguyên liệu bổ sung không phải là một phần của liệu cấp lò và được cấp trực tiếp vào calciner hoặc đầu vào của lò

3.2

Nhiên liệu thay thế (alternative fuel)

AF

Nhiên liệu có nguồn gốc từ vật liệu phế thải

GHI CHÚ: AF có thể được chia thành nhiên liệu thay thế sinh học, hóa thạch và hỗn hợp.

3.3

Nguyên liệu thay thế (alternatiove raw material)

Arm

Các nguyên liệu để sản xuất clanhke có nguồn gốc nhân tạo

3.4

Chất lỏng sinh học (bioliquids)

Nhiên liệu lỏng cho các mục đích năng lượng khác ngoài vận tải, bao gồm điện, sưởi và làm mát, được sản xuất từ sinh khối

3.5

Bụi của hệ thống bypass (bypass dust)

BPD

Bụi bypass ra từ bộ phận thu gom bụi của hệ thống bypass (hệ thống trích khí thải) của tháp trao đổi nhiệt dạng treo, thiết bị tiền nung và lò sấy sơ bộ dạng ghi, thường bao gồm vật liệu nạp lò được nung hoàn toàn hoặc là nung ở mức độ cao

3.6

Xi măng (cement)

Chất kết dính thủy ở dạng bột mịn, khi trộn với nước thành dạng hồ dẻo, có khả năng đóng rắn trong không khí và trong nước nhờ phản ứng hóa lý, thành vật liệu dạng đá.

3.7

Xi măng (tương đương) (cement (eq.))

Giá trị sản xuất xi măng tính toán được xác định từ clanhke được sản xuất tại chỗ trong nhà máy xi măng và một tỷ lệ clanhke/xi măng xác định

3.8**Thành phần xi măng** (cement constituent)

Thành phần chính và thành phần phụ bổ sung của xi măng cộng với calci sulfat và phụ gia trong xi măng

3.9**Bụi lò xi măng** (cement kiln dust)**CKD**

Bất kỳ loại bụi nào thải ra từ các thiết bị thu gom bụi của hệ thống lò khô và ướt, gồm vật liệu cấp cho lò được nung một phần trong đó có bụi bypass hoặc bất kỳ dòng bụi nào khác từ quá trình sản xuất clanhke

3.10**Các sản phẩm từ thành phần xi măng** (cement constituents based products)

Toàn bộ clanhke được sản xuất để làm xi măng hoặc bán clanhke, các phụ gia khoáng được sử dụng để sản xuất xi măng hoặc chế biến để bán, trừ các phụ gia đã qua sơ chế được nhập khẩu từ đơn vị khác

3.11**Clanhke** (clinker)

Sản phẩm chứa các pha (khoáng) có tính chất kết dính thủy lực, nhận được bằng cách nung đến kết khối hay nóng chảy hỗn hợp các nguyên liệu xác định (phối liệu).

3.12**Nhà máy clanhke** (clinker plant)

Nhà máy nơi sản xuất clanhke mà không nghiền tại chỗ thành xi măng

3.13**Phụ gia bê tông** (concrete addition)

Vật liệu vô cơ được nghiền mịn với các đặc tính thủy lực tiềm ẩn hoặc có tính puzolan hoặc gần như trơ, được sử dụng trong bê tông để cải thiện các tính chất nhất định hoặc để đạt được các tính năng đặc biệt

3.14**Phát thải trực tiếp từ hóa thạch** (fossil direct emissions)

Tổng phát thải KNK trực tiếp trong ranh giới không bao gồm phát thải KNK từ nhiên liệu sinh khối hoặc hàm lượng carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp

3.15**Bụi thu hồi** (dust return)

Bụi phát sinh trong quá trình sản xuất clanhke cuối cùng được đưa trở lại hệ thống lò nung hoặc máy nghiền thô; trong đó không bao gồm bụi bypass

CHÚ THÍCH: Xem Hình 6 để biết ví dụ về dòng vật chất trong quá trình sản xuất clanhke.

TCVN xxxx-3:202x

3.16

Bụi lọc ra khỏi hệ thống lò nung (filter dust leaving the kiln system)

Bụi lò xi măng (CKD) ra khỏi hệ thống lò nung không bao gồm bụi bypass

3.17

Nhiên liệu hóa thạch (fossil fuel)

Tất cả các loại nhiên liệu hóa thạch được liệt kê bởi IPCC

CHÚ THÍCH: Ví dụ về vật liệu hóa thạch là than đá, dầu, khí tự nhiên và than bùn.

3.18

Nhà máy nghiền (grinding plant)

Nhà máy sản xuất xi măng có nghiền các thành phần xi măng mà không sản xuất clanhke tại chỗ

3.19

Tổng phát thải (gross emission)

Phát thải KNK trực tiếp từ hóa thạch không bao gồm phát thải KNK từ sản xuất điện tại chỗ

3.20

Nhà máy xi măng tích hợp (intergrated cement plant)

Nhà máy sản xuất clanhke và nghiền một phần hoặc toàn bộ thành xi măng

3.21

Hệ thống lò nung (kiln system)

Thiết bị gia nhiệt hình ống được sử dụng trong sản xuất clanhke, bao gồm cả tháp trao đổi nhiệt và/hoặc calciner

3.22

Liệu cấp lò (kiln feed)

Nguyên liệu, thường được chế biến dưới dạng bột liệu (bao gồm cả bụi được tuần hoàn), được đưa vào tháp trao đổi nhiệt hoặc trực tiếp vào hệ thống lò nung

3.23

Đầu vào lò (kiln inlet)

Cổ lò, hoặc lối vào thiết bị gia nhiệt hình ống cho vật liệu

3.24

Nhiên liệu lò (kiln fuel)

Nhiên liệu cung cấp cho hệ thống lò cộng với nhiên liệu được sử dụng để sấy hoặc chế biến nguyên liệu để sản xuất clanhke và chuẩn bị nhiên liệu cho lò nung

3.25

Phụ gia khoáng (mineral components)

Các thành phần xi măng không bao gồm clanhke cộng với phụ gia bê tông đã được xử lý để thay đổi tính chất

3.26**Phát thải ròng (net emission)**

Tổng phát thải không bao gồm phát thải KNK từ nhiên liệu hóa thạch thay thế và lượng phát thải chuẩn có thể so sánh được từ truyền nhiệt hoặc năng lượng bên ngoài

3.27**Nhiên liệu ngoài lò (non-kiln fuel)**

Nhiên liệu không được định nghĩa là nhiên liệu cho lò nung

3.28**Cốc dầu mỏ (petcoke)**

Than cốc dầu mỏ, một loại nhiên liệu rắn gốc carbon có nguồn gốc từ các nhà máy lọc dầu

3.29**Nguyên liệu (raw material)**

Vật liệu dùng để chế biến bột liệu sản xuất clanhke

3.30**Chế biến nguyên liệu (raw material preparation)**

Quy trình được áp dụng để chuyển hóa nguyên liệu thành bột liệu

3.31**Bột liệu (raw meal)**

Bột liệu bao gồm các nguyên liệu đã nghiền để sản xuất clanhke

3.32**Bột liệu tiêu thụ (raw meal consumed)**

Một phần của bột liệu, được tiêu thụ để sản xuất clanhke và hình thành bụi bypass nung

3.33**Bụi tuần hoàn (recirculated dust)**

Tất cả các dòng bụi được tái sử dụng làm cấp liệu cho lò nung

CHÚ THÍCH: Xem Hình 6 để biết ví dụ về dòng vật chất trong quá trình sản xuất clanhke.

3.34**Tổng lượng phát thải KNK trực tiếp (total direct GHG emission)**

tất cả các phát thải KNK trực tiếp trong phạm vi ranh giới bao gồm phát thải KNK từ chế biến nguyên liệu thô, nhiên liệu hóa thạch, sinh khối và hàm lượng carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp và CO₂ từ quá trình đốt cháy nước thải

4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

Tiêu chuẩn này áp dụng các ký hiệu và thuật ngữ viết tắt sau đây.

Adrm	Additional raw material	Nguyên liệu bổ sung
AF	Alternative fuel	Nhiên liệu thay thế
AFR	Alternative fuel and alternative raw material	Nhiên liệu và nguyên liệu thay thế
Arm	Alternative raw material	Nguyên liệu thay thế
BPD	Bypass dust	Bụi bypass
cem eq.	cement (eq.)	Xi măng tương đương
cem prod.	cement constituents based product	Các sản phẩm từ thành phần xi măng
CKD	Cement kiln dust	Bụi lò xi măng
cli	clinker	clanhke
CSI	Cement sustainability initiative of the WBCSD	Sáng kiến xi măng bền vững của WBCSD
EF	Emission factor	Hệ số phát thải
EUETS	The CO ₂ Emissions Trading Scheme of the European Union	Hệ thống Thương mại Phát thải Liên minh Châu Âu
FD	Filter dust	Bụi lọc
GCV	Gross calorific value	Tổng nhiệt trị - đồng nghĩa với nhiệt trị cao, HHV
KNK	(GHG) Greenhouse gas	Khí nhà kính
GWP	Global warming potential	Tiềm năng làm nóng toàn cầu
HHV	Higher heat value	Nhiệt trị cao - đồng nghĩa với tổng nhiệt trị, GCV
IPCC	Intergovernmental panel on climate change	Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu
KF	Kiln feed	Liệu cấp lò
KPI	Key performance indicator	Chỉ số đo lường hiệu quả công việc
LHV	Lower heat value	Nhiệt trị thấp - đồng nghĩa với nhiệt lượng ròng, NCV
MKN	(LOI) Loss on ignition	Mất khi nung
PGK	(MIC) Mineral component	Phụ gia khoáng
m ³ _N	normal cubic meters	Mét khối tiêu chuẩn - tại 1013 hPa và 0°C
NCV	Net calorific value	Nhiệt lượng ròng - đồng nghĩa với nhiệt trị thấp, LHV
OPC	Ordinary Portland Cement	Xi măng poóc lăng thông thường
RM	raw meal	Bột liệu
TC	Total carbon	Tổng carbon – tổng của TOC và TIC
TIC	Total inorganic carbon	Tổng carbon vô cơ
TOC	Total organic carbon	Tổng carbon hữu cơ

UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	Công ước khung Liên Hợp Quốc về Biến đổi Khí hậu
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	Hội đồng Doanh nghiệp Thế giới về Phát triển Bền vững
WRI	World Resources Institute	Viện Tài nguyên Thế giới

5 Xác định theo phương pháp cân bằng khối lượng

5.1 Tổng quan

Lượng phát thải KNK có thể được xác định bằng phương pháp cân bằng khối lượng (xem 5.3) hoặc bằng các phép đo phát thải ống khói (liên tục) (xem 5.4).

5.2 KNK chính trong xi măng

Đối với cân bằng khối lượng, lượng phát thải có liên quan đến carbon giả thiết rằng tất cả carbon được chuyển đổi thành CO₂, loại trừ tất cả các thành phần KNK khác với giả định rằng chúng không đáng kể.

Các phép đo trong đó nên bao gồm các phép đo CH₄ và N₂O vì đây được coi là những phát thải KNK duy nhất quan trọng ngoài CO₂.

5.3 Xác định dựa trên cân bằng khối lượng

Lượng phát thải KNK của một công đoạn có thể được xác định dựa trên cân bằng khối lượng. Phát thải từ các dòng nguồn được tính toán từ dữ liệu đầu vào hoặc dữ liệu sản xuất, thu được bằng các hệ thống đo lường và các thông số bổ sung từ các phân tích trong phòng thí nghiệm bao gồm hệ số tỏa nhiệt, hàm lượng carbon và hàm lượng sinh khối. Các hệ số tiêu chuẩn cũng có thể được sử dụng; xem Phụ lục B để biết các gợi ý về hệ số phát thải.

5.4 Xác định bằng phép đo phát thải ống khói

Phát thải KNK của một bộ phận cũng có thể được xác định bằng phép đo. Phát thải từ một nguồn phát thải được xác định dựa trên phép đo liên tục nồng độ khí nhà kính liên quan trong khí thải và dòng khí thải.

5.5 Tổng phát thải và phát thải ròng

5.5.1 Tổng quan

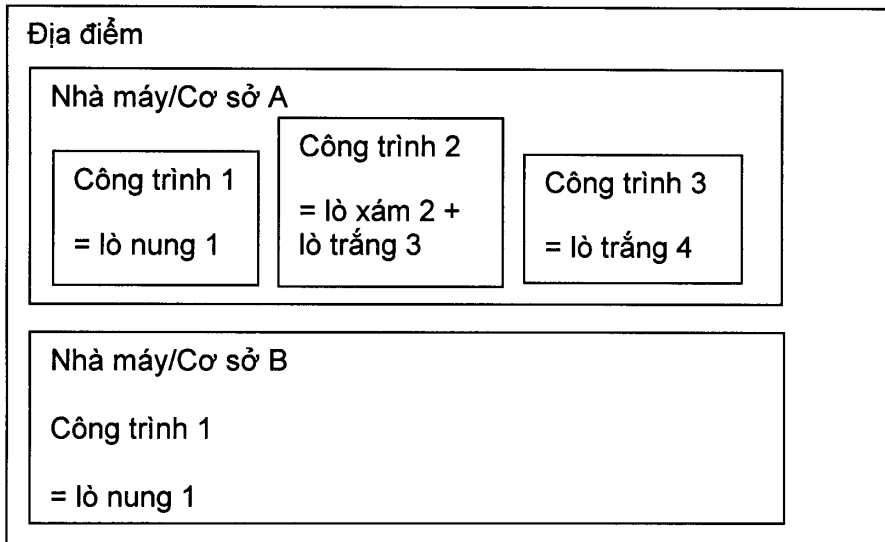
Với mục đích so sánh phát thải khí nhà kính của các nhà máy/công trình từ các lĩnh vực khác nhau trong các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng, điều cần thiết là ranh giới quan trắc và báo cáo các phát thải này phải giống nhau ở cấp độ nhà máy, ngay cả khi khác nhau về chi tiết đối với từng lĩnh vực. Theo quan điểm này, phát thải KNK thuần sinh khối và từ hàm lượng carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp đang được công nhận là không gây biến đổi khí hậu và do đó được coi là không phát thải KNK trực tiếp.

Đối với một nhà máy, điều này dẫn đến cái gọi là “phát thải khí nhà kính trực tiếp từ hóa thạch”, mà giá trị của nó có thể được so sánh với khối lượng tương đương từ các vị trí trong các lĩnh vực khác nhau. Đó là khối lượng tuyệt đối của KNK được báo cáo bởi một nhà máy, địa điểm hoặc doanh nghiệp, xem Hình 2 và các định nghĩa.

TCVN xxxx-3:202x

Nhưng khối lượng “phát thải khí nhà kính trực tiếp từ hóa thạch” này không thể được sử dụng để so sánh hiệu suất của các công đoạn sản xuất trong ngành công nghiệp xi măng. Một địa điểm đang tự sản xuất điện (năng lượng) sẽ có lượng phát thải KNK trực tiếp từ hóa thạch cao hơn so với một nơi gần như giống hệt nhưng lấy điện từ lưới điện bên ngoài, vì lượng phát thải từ sản xuất điện bên ngoài được báo cáo là phát thải KNK gián tiếp. Vì mục đích so sánh, lượng phát thải từ sản xuất điện tại chỗ phải được loại trừ khỏi lượng phát thải KNK trực tiếp từ hóa thạch dẫn đến cái gọi là “tổng lượng phát thải”.

Khái niệm tổng lượng phát thải này cho phép so sánh lượng phát thải khí nhà kính ở cấp độ nhà máy, địa điểm hoặc doanh nghiệp.



Hình 2 — Địa điểm / Cơ sở / Nhà máy / Công trình

Khái niệm tổng phát thải cho phép so sánh lượng phát thải khí nhà kính trực tiếp ở cấp độ nhà máy trong ngành xi măng. Khái niệm này không cho phép so sánh công bằng hiệu suất của các nhà máy và hệ thống các bộ phận về tác động của chúng đối với biến đổi khí hậu toàn cầu – xem Bảng 2 và 3.

Bảng 2 – Định nghĩa về phát thải trực tiếp

Phát thải trực tiếp		Trừ		Nhóm phát thải	
Tổng lượng phát thải trực tiếp	KNK				
Tổng lượng phát thải trực tiếp	KNK	-	Phát thải thuần sinh khối và từ hàm lượng carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp	=	Phát thải KNK trực tiếp từ hóa thạch
Phát thải trực tiếp từ hóa thạch	KNK	-	Phát thải từ sản xuất điện tại chỗ	=	Tổng lượng phát thải

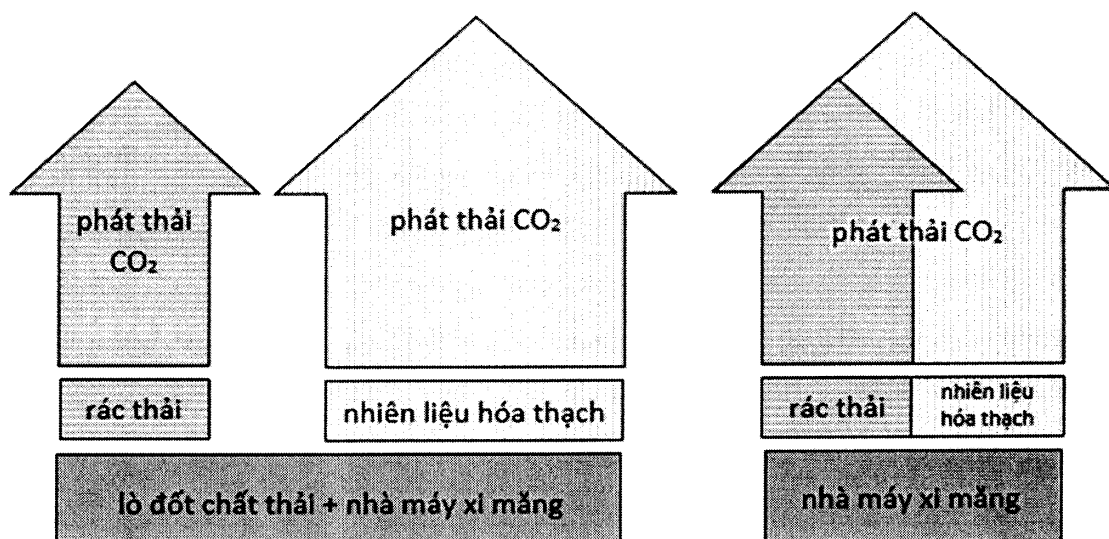
Bảng 3 — Tổng phát thải và phát thải ròng

Phát thải KNK trực tiếp	Trừ	Nhóm phát thải
Tổng phát thải	- Phát thải từ nhiên liệu hóa thạch thay thế và hàm lượng không sinh học của nhiên liệu hỗn hợp	— — — — Phát thải ròng
	- Lượng phát thải chuẩn so sánh được với quá trình truyền nhiệt bên ngoài	

Tiêu chuẩn này khuyến khích tận dụng lợi thế cắt giảm KNK gián tiếp từ việc sử dụng nhiên liệu và nguyên liệu thay thế bằng cách báo cáo tổng (bao gồm cả nhiên liệu hóa thạch thay thế) và phát thải ròng (không bao gồm nhiên liệu hóa thạch thay thế).

Một số vật liệu phế thải có thể thay thế nhiên liệu hóa thạch truyền thống và khoáng chất trong sản xuất xi măng. Các chất thải được thu hồi được gọi là nhiên liệu và nguyên liệu thay thế (AFR). Kết quả là lượng phát thải CO₂ trực tiếp từ nhiên liệu truyền thống giảm nhưng lượng phát thải CO₂ trực tiếp từ chất thải ("chuyển đổi chất thải thành năng lượng") xuất hiện. Lượng phát thải CO₂ trực tiếp từ quá trình đốt cháy chất thải có thể cao hơn hoặc thấp hơn lượng phát thải chuyển vị, tùy thuộc vào hệ số phát thải của nhiên liệu liên quan. Hơn nữa, chất thải có thể có nguồn gốc hóa thạch hoặc sinh khối.

Ngoài những tác động trực tiếp đó, việc sử dụng AFR dẫn đến cắt giảm KNK gián tiếp tại các bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác, nơi những chất thải này có thể được xử lý theo cách khác. Những khoản cắt giảm này có thể bù đắp một phần, toàn bộ hoặc nhiều hơn toàn bộ lượng phát thải CO₂ trực tiếp từ quá trình đốt cháy chất thải tại nhà máy xi măng, tùy thuộc vào điều kiện địa phương (loại chất thải, cách xử lý tham khảo), xem Hình 3.



Hình 3 — Cắt giảm phát thải gián tiếp KNK bằng cách sử dụng chất thải làm nhiên liệu thay thế trong nhà máy xi măng

Tổng phát thải là tổng lượng phát thải KNK trực tiếp (không bao gồm phát điện tại chỗ) từ một nhà máy hoặc doanh nghiệp xi măng, bao gồm cả KNK từ chất thải hóa thạch (nhưng loại trừ CO₂ từ chất thải sinh khối, được coi là một mục ghi chú). Ưu điểm từ cắt giảm KNK gián tiếp phản ánh mức giảm phát thải KNK đạt được tại các địa điểm xử lý chất thải do sử dụng AFR. Mức giảm thực tế thường sẽ khó xác định chính xác; do đó, các khoản cắt giảm có thể tính được ở một mức

TCVN xxxx-3:202x

độ nào đó sẽ phải được thống nhất theo quy ước, thay vì dựa trên các đánh giá tác động KNK “chính xác”.

Phát thải ròng là tổng lượng phát thải trừ đi những lợi ích của việc cắt giảm KNK gián tiếp. Trong chừng mực có thể, các lợi ích của AFR được báo cáo nên tính đến điều kiện địa phương (ví dụ: các thỏa thuận quốc gia, phân tích vòng đời của việc sử dụng AFR địa phương, v.v.). Khi báo cáo cho bên thứ ba, bằng chứng hỗ trợ cho khoản cắt giảm phải được cung cấp và thẩm định là phù hợp. Theo mặc định, tiêu chuẩn này giả định khoản cắt giảm gián tiếp bằng với lượng phát thải KNK trực tiếp từ việc sử dụng AFR hóa thạch.

Cách tiếp cận này là một sự đơn giản hóa vấn đề AFR. Tuy nhiên, trong trung hạn, đây là cách tiếp cận ít phức tạp nhất và khả thi nhất, trong đó tính minh bạch đạt được thông qua việc công khai tổng phát thải và phát thải ròng.

5.5.2 Tổng phát thải

5.5.2.1 Tổng quan

Bảng 4 — Nguồn phát thải bao gồm trong “Tổng lượng phát thải KNK trực tiếp”

KNK từ nguyên liệu + KNK từ nhiên liệu hóa thạch truyền thống + KNK từ nhiên liệu hóa thạch thay thế (chất thải hóa thạch) + KNK từ carbon hóa thạch của nhiên liệu hỗn hợp (thay thế) bao gồm KNK từ tất cả các loại nhiên liệu đốt lò và không dùng để đốt lò bao gồm KNK từ phát điện tại chỗ + Phát thải KNK từ sinh khối và carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp + KNK từ quá trình đốt cháy nước thải
= Tổng phát thải KNK trực tiếp
Mục ghi chú <ul style="list-style-type: none">• KNK gián tiếp (điện và clanhke mua)

Bảng 5 — Các nguồn phát thải bao gồm trong “phát thải KNK trực tiếp từ hóa thạch”

KNK từ nguyên liệu + KNK từ nhiên liệu hóa thạch truyền thống + KNK từ nhiên liệu hóa thạch thay thế (chất thải hóa thạch) + KNK từ carbon hóa thạch của nhiên liệu hỗn hợp (thay thế) bao gồm KNK từ tất cả các loại nhiên liệu đốt lò và không dùng để đốt lò bao gồm KNK từ phát điện tại chỗ + KNK từ quá trình đốt cháy nước thải
= Phát thải KNK trực tiếp từ hóa thạch
Mục ghi chú <ul style="list-style-type: none">• KNK từ nhiên liệu sinh khối• KNK từ carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp• KNK gián tiếp (điện và clanhke mua)

Bảng 6 — Các nguồn phát thải được báo cáo trong “tổng phát thải”

KNK từ nguyên liệu + KNK từ nhiên liệu hóa thạch truyền thống + KNK từ nhiên liệu hóa thạch thay thế (chất thải hóa thạch) + KNK từ quá trình đốt cháy nước thải + KNK từ carbon hóa thạch của nhiên liệu hỗn hợp (thay thế) bao gồm KNK từ tất cả các loại nhiên liệu đốt lò và không dùng để đốt lò (trừ KNK từ phát điện tại chỗ)
= Tổng phát thải
Mục ghi chú <ul style="list-style-type: none"> • KNK từ nhiên liệu sinh khối • KNK từ carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp (thay thế) • KNK từ carbon hóa thạch của nhiên liệu hỗn hợp được sử dụng để phát điện tại chỗ • KNK gián tiếp (điện và clanhke mua))

5.5.2.2 Kiểm toán phát thải CO₂ từ hàm lượng sinh khối của nhiên liệu

Lượng phát thải CO₂ bắt nguồn từ hàm lượng carbon sinh học của nhiên liệu hỗn hợp không được tính là một phần của tổng phát thải. CO₂ sinh khối từ các nhiên liệu này được cộng với CO₂ thuần sinh khối để tính ra tổng CO₂ sinh khối và được báo cáo dưới dạng mục ghi chú. Nó được trừ đi khi tính lượng phát thải CO₂ trực tiếp tuyệt đối.

5.5.2.3 Phát thải rỗng và cắt giảm KNK gián tiếp liên quan đến việc sử dụng chất thải làm nhiên liệu thay thế

Ngành công nghiệp xi măng thu hồi một lượng lớn chất thải để sử dụng làm nhiên liệu và/hoặc nguyên liệu. Những chất thải thu hồi này còn được gọi là nhiên liệu và nguyên liệu thay thế (AFR). Bằng cách sử dụng AFR, các doanh nghiệp xi măng giảm mức tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch truyền thống đồng thời giúp tránh phải xử lý chất thải thông thường bằng cách chôn lấp hoặc đốt.

Tăng cường sử dụng AFR có thể ảnh hưởng đến phát thải KNK trực tiếp của một doanh nghiệp xi măng vì hệ số phát thải của AFR có thể khác với hệ số phát thải của nhiên liệu được thay thế. Hơn nữa, carbon chứa trong AFR có thể có nguồn gốc hóa thạch và/hoặc sinh khối. Như đã đề cập ở trên, việc sử dụng AFR của ngành công nghiệp xi măng thường giúp giảm phát thải KNK tại các bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác, nơi những chất thải này sẽ được xử lý theo cách khác. Sự kết hợp giữa các tác động phát thải KNK trực tiếp, giảm phát thải KNK gián tiếp và hiệu quả sử dụng tài nguyên làm cho việc dùng AF thay thế nhiên liệu hóa thạch truyền thống là một cách hiệu quả để giảm phát thải KNK toàn cầu (xem ví dụ IEA 1998, CSI / ECRA 2009 và WBCSD / IEA 2009).

Cách tiếp cận bằng cân đối được mô tả trong 5.5.2 đảm bảo tính đầy đủ, chặt chẽ và minh bạch của báo cáo.

— Phát thải KNK trực tiếp do đốt cháy AF hóa thạch phải luôn được tính vào tổng phát thải của doanh nghiệp, theo 7.6.

Với khái niệm sau đây, tiêu chuẩn này cung cấp một khuôn khổ để báo cáo mức giảm phát thải KNK gián tiếp đạt được bằng cách sử dụng nhiên liệu thay thế.

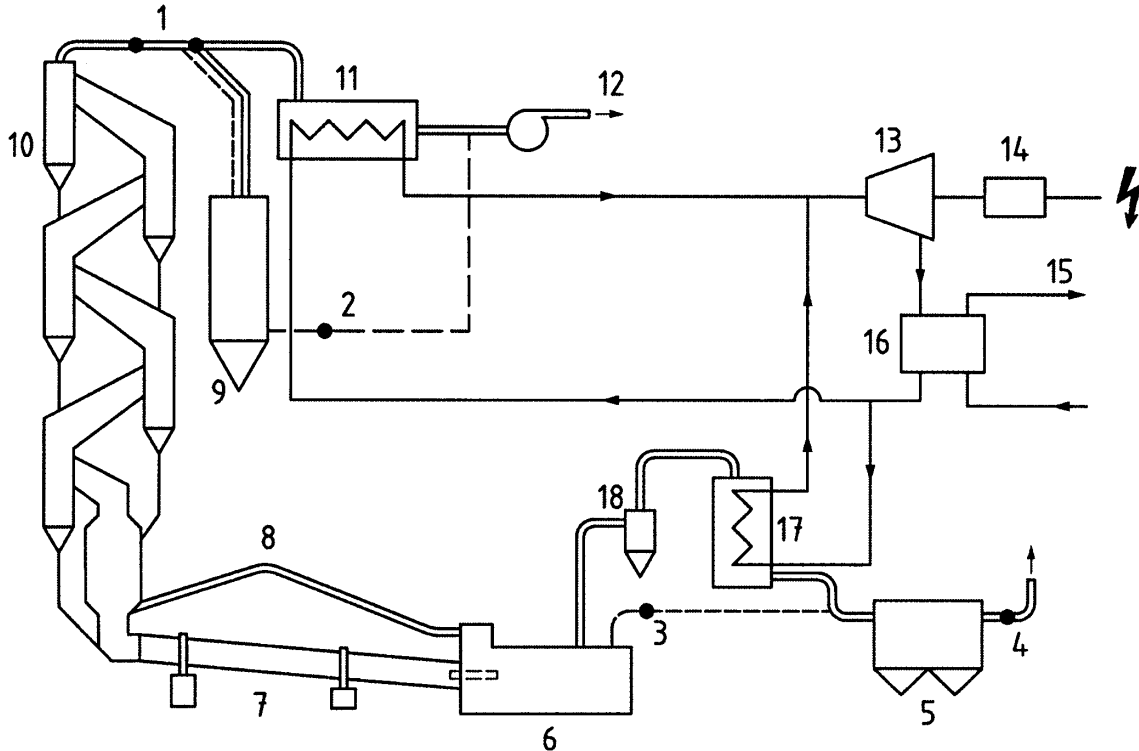
— Giảm phát thải KNK gián tiếp tại các bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác được tính bằng cách trừ đi lượng phát thải KNK hóa thạch của nhiên liệu thay thế từ tổng lượng phát thải.

Xem 10.2 để biết các yêu cầu báo cáo liên quan đến lượng phát thải ròng.

5.5.3 Giảm phát thải KNK gián tiếp khác

Tận dụng nguồn nhiệt thải

Một số nhà máy xi măng xuất nhiệt thải ra bên ngoài để thay thế cho các nguồn năng lượng truyền thống. Tương tự như các tác động gián tiếp liên quan đến việc sử dụng nhiên liệu thay thế, một doanh nghiệp xi măng có thể tính đến việc giảm phát thải KNK gián tiếp do xuất khẩu nhiệt thải như vậy.



CHÚ DẪN:

- | | | | |
|----|---------------------------------|----|--|
| 1 | Khí nóng từ tháp trao đổi nhiệt | 2 | Bypass của nồi hơi tháp trao đổi nhiệt |
| 3 | Bypass của nồi hơi máy làm mát | 4 | Khí thải máy làm mát |
| 5 | Lọc bụi gió máy làm mát | 6 | Máy làm mát clanhke |
| 7 | Lò quay | 8 | Ống gió 3 |
| 9 | Tháp làm mát | 10 | Tháp trao đổi nhiệt |
| 11 | Nồi hơi tháp trao đổi nhiệt | 12 | Đến nghiền liệu |
| 13 | Tua-bin | 14 | Máy phát điện |
| 15 | Tháp giải nhiệt | 16 | Tháp ngưng |
| 17 | Nồi hơi làm mát | 18 | Khử bụi |

Hình 4 — Sơ đồ ứng dụng thu hồi nhiệt thải và phát điện trong sản xuất xi măng

Các lợi thế tương tự có thể được áp dụng cho các hình thức sử dụng nhiệt thải khác [7]. Vì vậy, tiêu chuẩn này cung cấp khả năng báo cáo việc sử dụng nhiệt thải một cách tự nguyện trong nhà máy (ví dụ: để sấy khô nguyên liệu hoặc xỉ, hoặc phát điện) để cho phép so sánh công bằng giữa các nhà máy xuất nhiệt và các nhà máy sử dụng nhiệt bên trong. Điều này yêu cầu tính toán bổ sung có tính đến năng lượng thải chỉ được sử dụng cho sản xuất

clanhke hoặc xi măng và tổng dòng năng lượng tính bằng GJ/a có thể được báo cáo. Việc báo cáo là tự nguyện.

Ngoài ra, trong trường hợp phát điện từ nhiệt thải có nguồn gốc từ hệ thống lò nung (Hình 4), bất kỳ nhiên liệu bổ sung nào được sử dụng trong hệ thống lò nung đều được hạch toán là nhiên liệu đốt lò và do đó phát thải được hạch toán là phát thải KNK trực tiếp của hệ thống lò nung. Để cung cấp thông tin chi tiết hơn, tiêu chuẩn này phân biệt giữa thu hồi nhiệt thải và phát điện tại chỗ riêng biệt. Trong mọi trường hợp, khi áp dụng báo cáo tự nguyện của mình, các doanh nghiệp nên xem xét liệu hành động của họ có thực sự góp phần vào việc giảm phát thải khí nhà kính toàn cầu hay chỉ đơn thuần là chuyển dịch phát thải giữa các thực thể khác nhau.

6 Ranh giới hệ thống

6.1 Tổng quan

Xác định ranh giới phù hợp là một trong những nhiệm vụ chính trong quá trình kiểm kê phát thải.

6.2 Ranh giới hoạt động

Ranh giới hoạt động đề cập đến các loại nguồn được kiểm kê. Điểm khác biệt chính giữa phát thải KNK trực tiếp và gián tiếp:

- a) **Phát thải KNK trực tiếp** là phát thải từ các nguồn do doanh nghiệp báo cáo sở hữu hoặc kiểm soát. Ví dụ, phát thải từ quá trình đốt cháy nhiên liệu trong lò nung xi măng là phát thải trực tiếp của doanh nghiệp sở hữu (hoặc kiểm soát) lò nung. Điều này bao gồm lượng phát thải trực tiếp từ việc sử dụng nhiên liệu bổ sung như để sấy khô nguyên liệu hoặc nhiên liệu hoặc để phát điện tại chỗ.
- b) **Phát thải KNK gián tiếp** là phát thải do hậu quả của các hoạt động của doanh nghiệp báo cáo nhưng xảy ra tại các nguồn do doanh nghiệp khác sở hữu hoặc kiểm soát. Ví dụ: phát thải từ việc tạo ra điện lưới được tiêu thụ bởi một doanh nghiệp xi măng sẽ được coi là gián tiếp.

Điều 7 của tiêu chuẩn này hướng dẫn chi tiết về các nguồn phát thải trực tiếp khác nhau trong các nhà máy xi măng. Phát thải KNK gián tiếp được đề cập tại Điều 8.

Các doanh nghiệp phải sử dụng các ranh giới hoạt động được nêu trong Bảng 3 để xác định lượng phát thải KNK tại nhà máy xi măng. Bất kỳ sai lệch nào so với các ranh giới này đều phải được báo cáo và giải thích.

Bảng 7 — Ranh giới hoạt động

Bước quy trình	Phạm vi	Bao gồm trong tiêu chuẩn	Phát thải KNK Trực tiếp Hoặc Gián tiếp
Khai thác nguyên vật liệu	Phạm vi 1 Phạm vi 3	Phạm vi 1 có: đối với các mỏ đá do doanh nghiệp sở hữu, kiểm soát hoặc quản lý Phạm vi 3 không: đối với mỏ đá không thuộc sở hữu của doanh nghiệp	Trực tiếp Gián tiếp khác
Vận chuyển nguyên liệu	Phạm vi 1 Phạm vi 3	Phạm vi 1 có: đối với xe tải thuộc sở hữu của doanh nghiệp Phạm vi 3 không: đối với xe không thuộc sở hữu của doanh nghiệp	Trực tiếp Gián tiếp khác
Sấy nguyên liệu	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Nghiền nguyên liệu	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Chuẩn bị nhiên liệu tại nhà máy	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Chuẩn bị nhiên liệu ngoài nhà máy	Phạm vi 1 Phạm vi 3	Phạm vi 1 có: đối với công trình thuộc sở hữu của doanh nghiệp Phạm vi 3 không: dành cho công trình không thuộc sở hữu của doanh nghiệp	Trực tiếp Gián tiếp khác
Nhiên liệu cho lò nung	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Nhiên liệu ngoài lò (nguyên liệu thô, nhiên liệu)	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Vận chuyển nhiên liệu di động	Phạm vi 1 Phạm vi 3	Phạm vi 1 có: đối với xe tải thuộc sở hữu của doanh nghiệp Phạm vi 3 không: đối với xe không thuộc sở hữu của doanh nghiệp	Trực tiếp Gián tiếp khác
Bụi lò xi măng = Bụi bypass và/hoặc bụi lọc	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Nung	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Clanhke nhập khẩu	Phạm vi 3	Có, cần đưa vào KPI của quy trình xi măng	Gián tiếp khác
Làm khô các thành phần xi măng	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Nghiền xi măng	Phạm vi 2	Có	Năng lượng gián tiếp
Đóng gói và Gửi hàng	Phạm vi 2	Có	Năng lượng gián tiếp
Vận chuyển di động để gửi hàng	Phạm vi 1 Phạm vi 3	Phạm vi 1 có: đối với xe tải thuộc sở hữu của doanh nghiệp Phạm vi 3 không: đối với xe không thuộc sở hữu của doanh nghiệp	Trực tiếp Gián tiếp khác
Điện năng tiêu thụ cho toàn bộ quá trình sản xuất	Phạm vi 2	Có	Năng lượng gián tiếp

Bảng 7 — Ranh giới hoạt động (kết thúc)

Bước quy trình	Phạm vi	Bao gồm trong tiêu chuẩn	Phát thải KNK Trực tiếp Hoặc Gián tiếp
Sản xuất điện tại chỗ	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Thu hồi nhiệt thải	Phạm vi 1	Có	Trực tiếp
Sưởi ấm/làm mát phòng	Phạm vi 1	Không	Trực tiếp
Vận chuyển di động trong nhà máy	Phạm vi 1 Phạm vi 3	Phạm vi 1 có: đối với thiết bị di động thuộc sở hữu của doanh nghiệp Phạm vi 3 không: đối với thiết bị di động không thuộc sở hữu của doanh nghiệp	Trực tiếp Gián tiếp khác
Thay đổi trữ lượng hàng	Phạm vi 1, 2 và 3	Có, để tính toán / KPI	Trực tiếp

6.3 Ranh giới tổ chức

6.3.1 Tổng quan

Ranh giới doanh nghiệp xác định những bộ phận nào của một tổ chức – ví dụ như các hoạt động thuộc sở hữu hoàn toàn, liên doanh và doanh nghiệp con – được kiểm kê và cách thức phát thải của các thực thể này được tổng hợp. Tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn về ranh giới tổ chức.

6.3.2 Những công đoạn nên được đề cập

Phát thải KNK không chỉ do hoạt động của lò nung mà còn từ các quá trình trước và sau lò nung, đặc biệt là từ hoạt động khai thác đá và nghiền xi măng (gián tiếp). Các cơ sở này có thể được đặt cách nhau một khoảng cách đáng kể. Ngoài ra, các mỏ đá, lò nung và trạm nghiền đôi khi được vận hành bởi các pháp nhân riêng biệt. Điều này nên được hạch toán như thế nào trong kiểm kê của một pháp nhân?

Báo cáo theo tiêu chuẩn này phải bao gồm các phát thải KNK trực tiếp và gián tiếp chính liên quan đến sản xuất xi măng theo yêu cầu tại Điều 7, 8 và 10 của tiêu chuẩn này. Những phát thải này cũng bao gồm cả những phát thải liên quan đến tiêu thụ nhiên liệu và điện trong các hoạt động đầu nguồn và cuối nguồn. Đặc biệt, các doanh nghiệp xi măng phải bao gồm các loại hoạt động sau trong báo cáo của mình trong phạm vi họ kiểm soát hoặc sở hữu các thiết bị tương ứng theo 6.3.2 dưới đây:

- a) sản xuất clanhke, bao gồm khai thác và chuẩn bị nguyên liệu;
- b) chuẩn bị hoặc xử lý nhiên liệu hoặc nguyên liệu thay thế (chẳng hạn như tro bay hoặc xỉ lò cao) trong các công đoạn riêng;
- c) nghiền clanhke, phụ gia và phụ gia bê tông như xỉ, cả trong nhà máy xi măng tích hợp và trạm nghiền độc lập;
- d) sử dụng nhiên liệu bổ sung để phát điện riêng.

Kiểm kê riêng biệt có thể được thiết lập cho các cơ sở riêng lẻ khi thích hợp, ví dụ nếu chúng được phân tách về mặt địa lý hoặc được điều hành bởi các đơn vị khai thác riêng biệt. Các

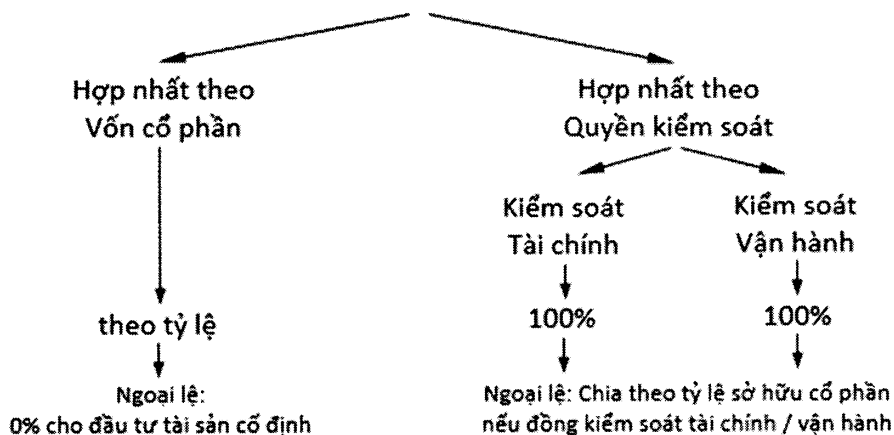
tác động của sự phân chia như vậy sẽ bị triệt tiêu khi phát thải được hợp nhất ở cấp độ doanh nghiệp hoặc nhóm (xem thêm 6.3.3 liên quan đến chuyển giao ranhke nội bộ của doanh nghiệp).

6.3.3 Tiêu chí sở hữu và kiểm soát hoạt động

Ba phương pháp đã được xác định để tổng hợp phát thải KNK của ngành xi măng đối với các doanh nghiệp có nhiều hơn một nhà máy.

- **Vốn cổ phần:** Theo cách tiếp cận này, một doanh nghiệp hợp nhất lượng phát thải KNK của mình theo phần vốn chủ sở hữu (theo tỷ lệ) mà doanh nghiệp đó nắm giữ trong mỗi hoạt động, tức là theo quyền sở hữu. Trường hợp ngoại lệ, không có phát thải nào được hợp nhất cho đầu tư tài sản cố định khi một doanh nghiệp chỉ sở hữu một phần nhỏ trong tổng số cổ phần của một hoạt động và không có ảnh hưởng đáng kể cũng như không kiểm soát tài chính. Các trường hợp ngoại lệ khác có thể liên quan đến bản chất kinh tế của một mối quan hệ (xem Nghị định thư WRI / WBCSD đã sửa đổi để biết chi tiết).
- **Kiểm soát tài chính** được định nghĩa là khả năng của một doanh nghiệp trong việc định hướng các chính sách tài chính và vận hành của một hoạt động nhằm thu được lợi ích kinh tế từ các hoạt động của doanh nghiệp đó. Ví dụ: kiểm soát tài chính thường tồn tại nếu doanh nghiệp có quyền đối với phần lớn lợi ích của hoạt động (...) hoặc nếu doanh nghiệp nắm giữ phần lớn rủi ro và lợi ích của quyền sở hữu tài sản của hoạt động. Theo cách tiếp cận này, các doanh nghiệp tổng hợp 100% lượng phát thải của những hoạt động mà họ có quyền kiểm soát tài chính. Trường hợp ngoại lệ, hợp nhất theo phần vốn chủ sở hữu là bắt buộc đối với các liên doanh mà các đối tác có quyền kiểm soát tài chính chung.
- **Kiểm soát vận hành** được định nghĩa là toàn quyền của một doanh nghiệp để ban hành và thực hiện các chính sách điều hành của mình tại một cơ sở hoạt động. Tiêu chí này thường được đáp ứng nếu một doanh nghiệp là người điều hành cơ sở, tức là nếu doanh nghiệp đó giữ giấy phép hoạt động. Theo cách tiếp cận này, các doanh nghiệp tổng hợp 100 % lượng phát thải của những hoạt động mà họ có quyền kiểm soát vận hành. Trường hợp ngoại lệ, việc hợp nhất theo phần vốn chủ sở hữu là bắt buộc đối với các liên doanh mà các đối tác có quyền kiểm soát vận hành chung.

Các doanh nghiệp nên nêu rõ phương pháp mà họ áp dụng trong báo cáo.



Hình 5 — Các phương án tổng hợp phát thải

Xét về đặc thù của ngành xi măng, các doanh nghiệp xi măng sẽ hợp nhất chủ yếu theo tiêu chí kiểm soát hoạt động, thứ hai là theo tiêu chí sở hữu trong trường hợp quyền kiểm soát hoạt động không được giao rõ ràng cho một pháp nhân duy nhất.

6.3.4 Vận chuyển xi măng, clanhke và phụ gia khoáng nội bộ

Nhiều doanh nghiệp xi măng vận chuyển khối lượng lớn clanhke, xi măng và các phụ gia khoáng (PGK) như xỉ hoặc tro bay trong nội bộ, giữa các nhà máy và trạm nghiền khác nhau. Các vật liệu chuyển giao này được chế biến tiếp thành các sản phẩm khác như xi măng hàm lượng clanhke thấp và do đó có tác động đến hệ số clanhke/xi măng của nhà máy tiếp nhận. Trong những trường hợp này, có nguy cơ xảy ra việc tính trùng lặp. Các doanh nghiệp phải đảm bảo phương pháp tính toán và báo cáo của họ tuân theo các phương pháp dưới đây đối với cấp độ nhà máy và doanh nghiệp.

Ở cấp độ nhà máy, việc chuyển clanhke nội bộ phải được báo cáo (chuyển trong cùng một doanh nghiệp, cộng với clanhke đã nhận và trừ đi clanhke đã gửi). Clanhke được vận chuyển nội bộ như một thành phần của xi măng chỉ được báo cáo nếu nhà máy đang nhận xi măng từ một nhà máy khác trong cùng một doanh nghiệp và xử lý tiếp thành một loại xi măng khác, sau đó được báo cáo trong nhà máy đó. Số lượng clanhke nên được tính toán dựa vào hệ số clanhke/xi măng của xi măng được chuyển giao. Clanhke là thành phần của xi măng được mua từ các doanh nghiệp khác (clanhke chuyển từ bên ngoài), được sử dụng để phối trộn, nên được báo cáo là “clanhke đã mua”. Kết quả tổng clanhke tiêu thụ là:

Tổng clanhke tiêu thụ = sản lượng clanhke + clanhke mua - clanhke bán - thay đổi trữ lượng clanhke + vận chuyển clanhke nội bộ + clanhke từ vận chuyển xi măng

Ở cấp độ doanh nghiệp, việc vận chuyển clanhke nội bộ được cộng lại nhằm mục đích kiểm tra. Nó phải bằng không ở cấp độ doanh nghiệp. Clanhke từ vận chuyển xi măng nội bộ được báo cáo là tổng của tất cả các nhà máy. Kết quả tổng clanhke tiêu thụ là:

Tổng clanhke tiêu thụ (cấp độ doanh nghiệp) = sản lượng clanhke + clanhke mua - clanhke bán - thay đổi trữ lượng clanhke + vận chuyển clanhke nội bộ - clanhke từ vận chuyển xi măng.

Nói chung, hệ thống vận chuyển clanhke nội bộ cũng có thể được áp dụng cho PGK vận chuyển nội bộ. Lượng PGK xuất khẩu phải luôn được hiển thị dưới dạng giá trị dương, nghĩa là nhà máy đang bán/xuất khẩu. Đối với báo cáo, việc PGK bán/xuất khẩu được sử dụng trong xi măng hay bê tông là không liên quan. Tuy nhiên, lượng PGK đã qua sơ chế được tiêu thụ không nên được xem xét trong lượng các sản phẩm từ thành phần xi măng trong trường hợp nó được nhận từ một nhà máy khác (bất kể thuộc cùng một doanh nghiệp hay doanh nghiệp khác).

Ở cấp độ doanh nghiệp, tổng số PGK chuyển giao được tóm tắt dưới dạng tổng của tất cả các nhà máy.

Tóm lại, tiêu chuẩn này tính đến sự chuyển giao clanhke, xi măng và PGK nội bộ. Hạch toán chuyển giao nội bộ là cần thiết để phân tích các chỉ số hiệu suất KNK ở cấp nhà máy

7 Phát thải KNK trực tiếp và cách xác định

7.1 Tổng quan

Phát thải KNK trực tiếp là phát thải từ các nguồn của nhà máy tương ứng. Trong các nhà máy xi măng, phát thải KNK trực tiếp có thể do các nguồn sau:

- a) nung carbonat và đốt cháy carbon hữu cơ có trong nguyên liệu thô;
- b) đốt cháy nhiên liệu lò trong sản xuất clanhke:
 - 1) đốt nhiên liệu lò dạng hóa thạch truyền thống;
 - 2) đốt nhiên liệu lò dạng hóa thạch thay thế và nhiên liệu hỗn hợp có hàm lượng carbon

TCVN xxxx-3:202x

sinh học;

3) đốt sinh khối và chất lỏng sinh học (bao gồm cả chất thải sinh khối);

c) đốt nhiên liệu không dùng cho lò:

1) đốt nhiên liệu hóa thạch truyền thống;

2) đốt nhiên liệu hóa thạch thay thế và nhiên liệu hỗn hợp có hàm lượng carbon sinh học;

3) đốt sinh khối và chất lỏng sinh học (bao gồm cả chất thải sinh khối);

d) đốt nhiên liệu để phát điện tại chỗ;

e) đốt cháy carbon có trong nước thải.

Bảng 8 — CO₂ từ nguyên liệu: Phương pháp dựa trên nguyên liệu đầu vào (A1, A2)

Thành phần phát thải	Thông số	Đơn vị	Nguồn thông số đề xuất
CO₂ từ nguyên liệu: Phương pháp dựa trên nguyên liệu đầu vào (A1, A2)			
Nung nguyên liệu dùng để sản xuất clanhke Điều chỉnh thu hồi bụi CO ₂ được giải phóng từ tổng carbon trong bột thô hoặc mát khi nung (MKN)	Bột liệu tiêu thụ	tấn	Được tính hoặc đo ở cấp độ nhà máy
	Liệu cấp lò	tấn	Được tính hoặc đo ở cấp độ nhà máy
	CO ₂ được giải phóng từ tổng carbon hoặc MKN	phần khối lượng	Xác định ở cấp độ nhà máy
Nung bụi	Bụi ra khỏi hệ thống lò không bao gồm bụi bypass	tấn	Được đo ở cấp độ nhà máy
	CO ₂ được giải phóng từ tổng carbon hoặc MKN	phần khối lượng	Được đo ở cấp độ nhà máy
Hơn nữa đối với phương thức nhập liệu chi tiết (A2)			
Nung một phần của bụi bypass	Bụi bypass ra khỏi hệ thống lò	tấn	Được đo ở cấp độ nhà máy
	CO ₂ từ bụi bypass được giải phóng từ tổng carbon	phần khối lượng	Được đo ở cấp độ nhà máy
Nguyên liệu thô bổ sung không nằm trong liệu cấp lò	Nguyên liệu bổ sung	tấn	Được đo ở cấp độ nhà máy
	CO ₂ từ nguyên liệu bổ sung được giải phóng từ tổng carbon	phần khối lượng	Được đo ở cấp độ nhà máy

Bảng 9 — Các thông số và nguồn dữ liệu đề xuất để tính lượng phát thải CO₂ trực tiếp và hệ số phát thải CO₂ mặc định của nhiên liệu

Thành phần phát thải	Thông số	Đơn vị	Nguồn thông số đề xuất
CO₂ từ nguyên liệu thô: Phương pháp dựa trên sản lượng clanhke (B1, B2)			
Nung nguyên liệu dùng để sản xuất clanhke	Sản lượng clanhke Hệ số phát thải clanhke	t ^a kg CO ₂ / t cli ^b	Được đo ở cấp độ nhà máy Mặc định = 525; hoặc như được tính toán trong phương pháp đầu ra chi tiết (B2)
Nung bụi	Bụi ra khỏi hệ thống lò Hệ số phát thải clanhke Mức độ nung bụi	t kg CO ₂ / t cli phần nung	Được đo ở cấp độ nhà máy Mặc định = 525; hoặc như được tính toán trong phương pháp đầu ra chi tiết (B2) Được đo ở cấp độ nhà máy
Carbon hữu cơ trong nguyên liệu	Sản lượng clanhke Bột liệu: tỷ lệ clanhke Hàm lượng TOC ^c của bột liệu	t cli t / t cli phần khối lượng	Được đo ở cấp độ nhà máy Mặc định = 1,55; có thể được điều chỉnh theo điều kiện địa phương Mặc định = 0,2%; có thể được điều chỉnh theo điều kiện địa phương
Bổ sung đối với phương pháp đầu ra chi tiết (B2)			
Nung nguyên liệu dùng để sản xuất clanhke	CaO + MgO trong clanhke	phần khối lượng	Được đo ở cấp độ nhà máy
Điều chỉnh hệ số phát thải clanhke	CaO + MgO từ các nguồn không carbonat trong nguyên liệu thô Nguyên liệu tiêu thụ Ca + Mg silicat trong nguyên liệu thô (vd. như một phần của khoáng sét) Nguyên liệu tiêu thụ	phần khối lượng t phần khối lượng t	Được đo ở cấp độ nhà máy Được đo ở cấp độ nhà máy (vd. với QXR ^d với sàng lọc Rietveld) Được đo ở cấp độ nhà máy
CO₂ từ đốt nhiên liệu lò và không lò:			
Nhiên liệu truyền thống	Tiêu thụ nhiên liệu Nhiệt trị thấp Hệ số phát thải	t GJ / t nhiên liệu t CO ₂ / GJ nhiên liệu	Được đo ở cấp độ nhà máy Được đo ở cấp độ nhà máy IPCC / CSI / mặc định quốc gia, hoặc được đo ở cấp độ nhà máy

Bảng 9 — (kết thúc)

Thành phần phát thải	Thông số	Đơn vị	Nguồn thông số đề xuất
Nhiên liệu hóa thạch thay thế (fossil AF ^e) và nhiên liệu hỗn hợp	Tiêu thụ nhiên liệu	t	Được đo ở cấp độ nhà máy
	Nhiệt trị thấp	GJ /t nhiên liệu	Được đo ở cấp độ nhà máy
	Hệ số phát thải	t CO ₂ /GJ nhiên liệu	IPCC/CSI / mặc định quốc gia, hoặc được đo ở cấp nhà máy
Sinh khối và chất lỏng sinh học (biomass AF)	Tiêu thụ nhiên liệu	t	Được đo ở cấp độ nhà máy
	Nhiệt trị thấp	GJ /t nhiên liệu	Được đo ở cấp độ nhà máy
	Hệ số phát thải	t CO ₂ /GJ nhiên liệu	IPCC/CSI / mặc định quốc gia, hoặc được đo ở cấp nhà máy
Nước thải được đốt cháy	--	--	Không yêu cầu định lượng CO ₂
<p>a t = tấn</p> <p>b cli = clanhke</p> <p>c TOC = Tổng lượng carbon hữu cơ</p> <p>d QXRD = Định lượng nhiễu xạ tia X</p> <p>e AF = Nhiên liệu thay thế</p>			

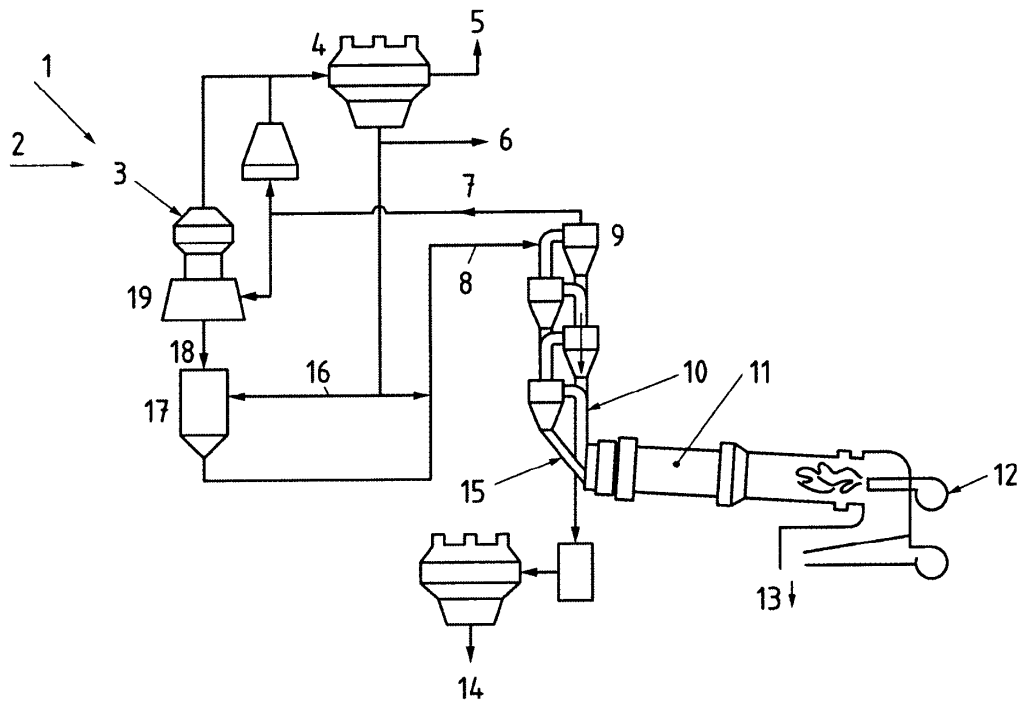
Các hệ số phát thải, công thức và phương pháp báo cáo cho các nguồn này được mô tả trong các phần sau của điều khoản này. Bảng 8 và 9 tóm tắt các thông số liên quan và các nguồn dữ liệu được đề xuất. Nói chung, các doanh nghiệp được khuyến khích đo lường các thông số cần thiết ở cấp độ nhà máy. Khi không có sẵn dữ liệu cụ thể của nhà máy hoặc doanh nghiệp, nên sử dụng các hệ số mặc định quốc tế được khuyến nghị. Các hệ số mặc định khác (ví dụ: quốc gia) có thể được ưu tiên hơn so với mặc định quốc tế nếu được coi là đáng tin cậy và phù hợp hơn. Các phần sau đây cung cấp hướng dẫn lựa chọn giữa các phương pháp khác nhau để báo cáo lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung nguyên liệu.

7.2 CO₂ từ quá trình nung nguyên liệu

7.2.1 Tổng quan

Quá trình nung là sự giải phóng CO₂ từ carbonat trong quá trình chế biến bột liệu bằng nhiệt luyện. Quá trình nung CO₂ được liên kết trực tiếp với quá trình sản xuất clanhke. Ngoài ra, quá trình nung bụi lọc (FD) và bụi bypass (BPD) có thể là nguồn CO₂ thích hợp khi bụi đó rời khỏi hệ thống lò nung để bán trực tiếp, thêm vào xi măng hoặc các sản phẩm khác hoặc để loại bỏ như một chất thải.

Hình 6 sau đây đưa ra một ví dụ về các dòng vật chất liên quan trong quy trình sản xuất clanhke, vì chúng thường xuất hiện ở các nhà máy có tháp trao đổi nhiệt kiểu xoáy (cyclone).



CHÚ DẪN

1	CaCO ₃ , MgCO ₃ từ đá vôi	11	lò nung
2	đất sét, đá phiến sét, CaO, MgO, CaSi khác	12	tro nhiên liệu
3	nguyên liệu	13	clanhke
4	lọc bụi	14	bụi bypass
5	CO ₂	15	nguyên liệu bổ sung (AdRM)
6	bụi lọc ra khỏi hệ thống lò nung (FD)	16	bụi tuần hoàn
7	thu hồi bụi	17	silo
8	liệu cấp lò (KF)	18	bột liệu (RM)
9	tháp trao đổi nhiệt	19	máy nghiền liệu
10	tro nhiên liệu nung calciner		

Hình 6 — Ví dụ về dòng vật chất trong quá trình sản xuất clanhke tại nhà máy sản xuất clanhke có gia nhiệt sơ bộ kiểu xoáy và lò quay có bụi lọc, bụi tuần hoàn

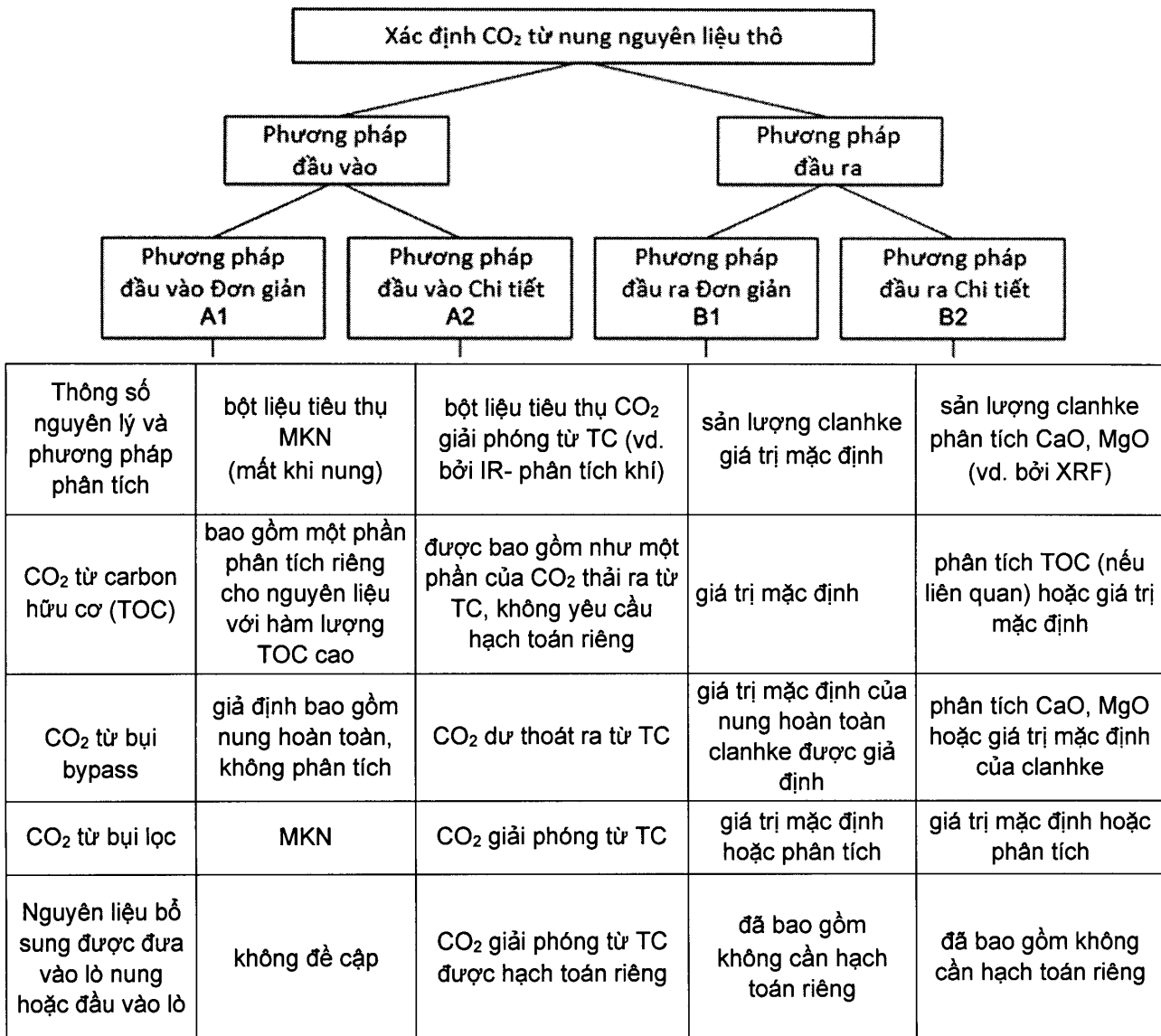
Ở cấp độ nhà máy, CO₂ nung về cơ bản có thể được tính toán theo hai cách: dựa trên khối lượng và hàm lượng carbonat của bột liệu tiêu thụ (phương pháp đầu vào), hoặc dựa trên khối lượng và thành phần clanhke được tạo ra (phương pháp đầu ra) cộng với bụi ra khỏi hệ thống lò nung. Phương pháp dựa trên clanhke thường được sử dụng ở châu Âu. Cả hai phương pháp dựa trên đầu vào và đầu ra đều có trong Hướng dẫn của IPCC năm 2006 [4] đối với Kiểm kê KNK quốc gia (đầu ra Bạc 1 và 2, đầu vào Bạc 3¹). Các phương pháp đầu vào và đầu ra là tương đương. Tiêu chuẩn này bao gồm cả hai loại phương pháp. Các doanh nghiệp có thể lựa chọn áp dụng phương pháp đầu vào dựa trên bột thô hoặc phương pháp đầu ra dựa trên clanhke. Sự lựa chọn nên được thực hiện tùy theo sự sẵn có của dữ liệu đầy đủ và các phép đo lưu lượng khối lượng. Hơn nữa, tiêu chuẩn này cho phép mỗi loại áp dụng một phương pháp đơn giản và chi tiết. Sự lựa chọn giữa phương pháp đơn giản và chi tiết phụ thuộc vào cả mục đích sử dụng báo cáo và tính sẵn có của dữ liệu. Các phương pháp báo cáo chi tiết sẽ được ưu tiên, nếu dữ liệu cần thiết cho các phương pháp chi tiết hơn có thể được cung cấp với đủ độ chính xác và trong giới hạn khả thi.

¹ Xem IPCC 2006, Tập III, 2.2.1.1

TCVN xxxx-3:202x

Trong tiêu chuẩn này, lưu lượng khối lượng và các thông số của bột liệu, cấp liệu cho lò nung, CKD (bụi lọc và thải) và clanhke đề cập đến trạng thái khô (< 1 % độ ẩm). Thông thường, độ ẩm còn lại của các vật liệu này là không đáng kể khi các phép đo được thực hiện ở trạng thái khi vật liệu hoặc nhiên liệu được cung cấp cho quy trình.

Lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung một lượng tương đối nhỏ carbonat trong tro nhiên liệu được thêm vào hệ thống lò nung sẽ được tính hoàn toàn vào báo cáo phát thải CO₂ của nhiên liệu. Thông thường, điều này được đảm bảo bằng cách xác định hệ số phát thải CO₂ cho nhiên liệu dựa trên tổng hàm lượng carbon (TC) của nhiên liệu, bao gồm cả tổng carbon hữu cơ (TOC) và tổng carbon vô cơ (TIC). Các vật liệu có hàm lượng TOC và TIC cao (ví dụ: bùn thải đô thị) có thể được coi là nhiên liệu và/hoặc nguyên liệu thô. Trong mọi trường hợp, toàn bộ lượng phát thải CO₂ do sử dụng chúng phải được tính toán. Hình 7 tóm tắt phương pháp đề xuất và các phương pháp xác định nguồn CO₂ chính từ quá trình nung nguyên liệu thô.



Hình 7 — Tổng quan về các phương pháp xác định lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung nguyên liệu

7.2.2 Phương pháp đầu vào (A1) và (A2)

Các phương pháp đầu vào dựa trên việc xác định lượng bột liệu tiêu thụ để sản xuất clanhke từ nguồn cấp liệu của lò có tính đến việc hiệu chỉnh lượng bụi thu hồi. Cả hai phương thức (phương thức đầu vào đơn giản A1 và phương thức đầu vào chi tiết A2) đều giải thích cho:

- Phát thải CO₂ từ quá trình nung nguyên liệu sản xuất clanhke,
- Phát thải CO₂ từ quá trình nung bụi lò xi măng (CKD = bụi lọc và/hoặc bụi bypass) thoát khỏi hệ thống lò,

Phát thải CO₂ từ hàm lượng TOC của nguyên liệu.

(1) Bột liệu tiêu thụ: Lượng bột liệu tiêu thụ để sản xuất clanhke trong lò bao gồm cả bụi bypass nung thoát khỏi hệ thống lò được xác định từ lượng **liệu cấp lò** được tính toán hoặc đo lường tại nhà máy. Cân liệu cấp lò nung là phép đo cơ bản, xác định độ chính xác cuối cùng của báo cáo theo phương pháp đầu vào ở mức độ lớn nhất.

Lượng liệu cấp lò được điều chỉnh bằng cách trừ đi lượng bụi được thu hồi, ví dụ: từ tháp trao đổi nhiệt và được tuần hoàn trở lại nguồn cấp lò hoặc đến silo bột liệu hoặc bị loại bỏ dưới dạng bụi lọc rời khỏi hệ thống lò nung. Khái niệm về dòng vật chất được minh họa trong Hình 7. Việc hiệu chỉnh lượng liệu cấp lò theo tốc độ thu hồi bụi giúp tránh việc tính hai lần bụi tuần hoàn. Do đó, các phương pháp đầu vào tính toán lượng bột liệu tiêu thụ để sản xuất clanhke và bỏ qua bụi bypass ra khỏi hệ thống lò nung, nếu có liên quan.

Tỷ lệ bụi thu hồi so với liệu cấp lò phải được xác định ở cấp độ nhà máy. Với mục đích đó, các phương pháp khác nhau có thể được áp dụng. Hai phương pháp phổ biến là đo trực tiếp (cân) lượng bụi thu hồi hoặc xác định tỷ lệ bụi thu hồi từ cân bằng khối lượng lò nung. Trong sự cân bằng như vậy, khối lượng đầu vào từ nguồn cấp lò và tro nhiên liệu, và đầu ra clanhke, thất thoát do đốt cháy bột liệu và bụi ra khỏi hệ thống lò nung (ví dụ như bụi bypass) được cân bằng để tính ra khối lượng bụi được thu hồi trở lại chu kỳ bụi trong một khoảng thời gian nhất định.

Trong mọi trường hợp, các phương pháp được áp dụng để xác định tỷ lệ bụi thu hồi phải cung cấp đủ độ chính xác. Khi các phép đo từ các giai đoạn vận hành lò nhất định được sử dụng, các phép đo này phải đại diện cho hoạt động của lò trong giai đoạn lập báo cáo phát thải. Thông thường, điều này sẽ yêu cầu các phép đo lặp đi lặp lại để tính đến những thay đổi tiềm ẩn trong tỷ lệ bụi thu hồi theo thời gian và/hoặc những thay đổi với các chế độ vận hành lò nung khác nhau.

Lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung bột liệu tiêu thụ được tính bằng cách nhân phần trọng lượng của CO₂ được giải phóng từ **tổng carbon (TC) của bột liệu (RM) chưa nung** trong phương pháp đầu vào chi tiết A2 hoặc trong phương pháp đầu vào đơn giản A1 với **sự mất khi nung (MKN)**. Thông số tương ứng của bột liệu phải được đo thường xuyên ở cấp độ nhà máy.

Thay vì tham số bột liệu, có thể sử dụng tham số tương ứng được phân tích trong các mẫu của liệu cấp lò, khi sự khác biệt vẫn không đáng kể và không thể phân tích bột liệu thường xuyên. Sự khác biệt vẫn còn ít khi bụi thu hồi từ hệ thống tháp trao đổi nhiệt cho thấy mức độ nung rất thấp (như thường thấy đối với các hệ thống lò nung có quy trình sấy khô và tháp trao đổi nhiệt kiểu xoáy) hoặc nếu chỉ một lượng rất nhỏ bụi được tái chế từ tháp trao đổi nhiệt chuyển thành liệu cấp lò.

- Đối với việc thay thế tham số này trong phương pháp đầu vào đơn giản A1, sự khác biệt của liệu cấp lò so với tham số bột liệu không được vượt quá 1% và mức độ nung d trong

TCVN xxxx-3:202x

bụi thu hồi từ tháp trao đổi nhiệt không được vượt quá 5%.

- Đối với việc thay thế tham số trong phương pháp đầu vào chi tiết A2, sự khác biệt giữa cả hai tham số sẽ được phân tích và phải chứng minh rằng báo cáo phát thải CO₂ đã hoàn thành và không tồn tại sự khác biệt có hệ thống giữa việc sử dụng các tham số được xác định từ bột liệu hoặc mẫu liệu cấp lò, liên quan đến giới hạn của độ chính xác và tính thực tế.

Ngoài carbonat vô cơ, nguyên liệu được sử dụng để sản xuất clanhke thường chứa một phần nhỏ **carbon hữu cơ**, được chuyển thành CO₂ trong quá trình xử lý nhiệt của bột liệu. Lượng phát thải CO₂ bắt nguồn từ tổng hàm lượng TOC sẽ được đưa vào các thông số được sử dụng để báo cáo lượng phát thải CO₂ theo các phương pháp đầu vào:

Đối với **phương pháp đầu vào chi tiết A2, phép đo lượng CO₂ từ tổng carbon** phải xác định lượng phát thải CO₂ hoàn chỉnh từ bột liệu và bất kỳ nguyên liệu bổ sung nào. Điều này có nghĩa là nó phải bao gồm CO₂ được giải phóng từ hàm lượng TIC và hàm lượng TOC của các vật liệu tương ứng. Các phép đo như vậy có thể được thực hiện, ví dụ: bằng phân tích TC hoặc bằng phân tích CO₂ của các khí thoát ra từ mẫu được làm nóng và oxy hóa hoàn toàn.

Trong **phương pháp đầu vào đơn giản A1**, trọng lượng của phần **mất khi nung (MKN)** chiếm toàn bộ CO₂ từ quá trình nung carbonat. Lượng phát thải CO₂ từ hàm lượng TOC thường tương đối nhỏ. Chúng cũng được tính bằng MKN, nhưng chỉ một phần. Mặt khác, sự khác biệt về khối lượng giữa TOC và lượng phát thải carbon dioxide (CO₂) từ TOC thường được bù đắp đầy đủ hơn bởi một lượng nhỏ độ ẩm còn lại trong các mẫu bột liệu, được giải phóng dưới dạng hơi nước (H₂O) trong quá trình gia nhiệt. Việc giảm trọng lượng này cũng được tính bằng MKN. Do đó, báo cáo phát thải dựa trên MKN trong phương pháp đầu vào đơn giản trong hầu hết các trường hợp cung cấp ước tính tương đối chính xác về tổng lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung và xử lý nhiệt đối với bột liệu tiêu thụ. Nếu sử dụng nguyên liệu có hàm lượng carbon hữu cơ cao, thì – thay vì phép đo MKN – hàm lượng CO₂ bao gồm lượng phát thải CO₂ từ tổng hàm lượng TOC sẽ được sử dụng như trong phương pháp đầu vào chi tiết A2. Điều này có thể cần thiết, ví dụ, nếu một nhà máy tiêu thụ khối lượng đáng kể đá phiến sét hoặc tro bay có hàm lượng TOC cao làm nguyên liệu cho lò nung. Trong một số trường hợp nhất định, có thể coi TOC của các vật liệu đó riêng biệt như một thành phần nhiên liệu “ảo”. Điều này có nghĩa là vật liệu sẽ được phân biệt (bằng cách tính toán) trong thành phần nguyên liệu (bao gồm phần khoáng chất/carbonat) và “phần nhiên liệu” (dựa trên hàm lượng TOC).

(2) Bụi lọc rời khỏi hệ thống lò nung bao gồm tất cả bụi không được tái chế để trở thành một phần của liệu cấp lò một lần nữa. Ví dụ, nó có thể được bán trực tiếp, thêm vào xi măng hoặc các sản phẩm khác, hoặc bị loại bỏ như một chất thải. Định nghĩa về bụi lọc rời khỏi hệ thống lò nung không bao gồm bụi bypass, được xử lý riêng trong phương pháp nhập liệu chi tiết A2. Lượng bụi lọc rời khỏi hệ thống lò nung được trừ đi như một phần của bụi thu hồi từ liệu cấp lò đo được theo khái niệm xác định lượng bột liệu tiêu thụ. Do đó, phát thải từ quá trình nung bụi lọc thoát khỏi hệ thống lò nung phải được xem xét riêng. Trong quá trình sấy khô, bụi lọc thường không được nung. Tuy nhiên, bụi lọc nung một phần thường được chiết xuất trong nhà máy với quy trình nửa khô, nửa ướt và ướt. Cần phải tính đến lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung của nó. Lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung bột liệu sẽ tạo thành bụi bypass đã được tính là CO₂ nung có nguồn gốc từ bột liệu tiêu thụ.

CO₂ từ bụi lọc ra khỏi hệ thống lò nung phải được tính toán dựa trên khối lượng bụi có liên

quan và hàm lượng CO₂ carbonat hoặc MKN của bụi lọc được đo ở cấp độ nhà máy. Từ hàm lượng CO₂ carbonat hoặc MKN của bụi lọc và bột liệu chưa nung (RM), hệ số phát thải CO₂ EF_{FD} được tính toán theo công thức sau:

$$EF_{FD} = \frac{fCO_{2RM} \times d}{1 - fCO_{2RM} \times d} \quad (1)$$

$$d = 1 - \frac{fCO_{2FD} \times (1 - fCO_{2RM})}{(1 - fCO_{2FD}) \times fCO_{2RM}} \quad (2)$$

Trong đó

- EF_{FD} là hệ số phát thải của bụi lọc nung một phần (t CO₂/t FD);
- fCO_{2RM} là phần trọng lượng của CO₂ carbonat trong bột liệu (--);
- d là tỷ lệ nung bụi lọc (FD) (CO₂ giải phóng được biểu thị dưới dạng một phần của tổng CO₂ carbonat trong bột liệu);
- fCO_{2FD} là phần trọng lượng của CO₂ carbonat trong FD (--).

Các biến fCO_{2RM} và fCO_{2FD} được thay thế bằng MKN_{RM} và MKN_{FD} tương ứng trong phương thức đầu vào đơn giản A1, tức là trọng lượng của phần mất khi nung. Tỷ lệ nung *d* của FD tốt nhất là dựa trên dữ liệu cụ thể của nhà máy. Trong trường hợp không có dữ liệu như vậy, giá trị mặc định là 0 sẽ được sử dụng cho lò nung quy trình khô vì FD thường không được nung trong quy trình này, hoặc chỉ ở một mức độ không đáng kể. Trong các quy trình khác (nửa khô, nửa ướt hoặc ướt), tỷ lệ nung có thể có ảnh hưởng lớn. Trong trường hợp không có dữ liệu, giá trị mặc định là 1 sẽ được sử dụng cho các loại lò nung này. Giá trị này mang tính bảo toàn, nghĩa là trong hầu hết các trường hợp, nó sẽ dẫn đến phóng đại lượng phát thải liên quan đến FD. Công thức (1) cho phương pháp đầu vào dựa trên phân tích bột liệu, trong khi EF_{FD} theo phương pháp đầu ra dựa trên hệ số phát thải CO₂ của clanhke (xem Công thức (7)). Cả hai phương pháp tính toán sẽ dẫn đến cùng một kết quả.

Trong trường hợp không có dữ liệu cụ thể về khối lượng bụi của nhà máy, giá trị mặc định của IPCC đối với CO₂ từ bụi bị loại bỏ (2 % CO₂ clanhke) sẽ được sử dụng. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng mặc định này rõ ràng là quá thấp trong trường hợp lượng bụi có liên quan rời khỏi hệ thống lò nung. Do đó, sử dụng dữ liệu cụ thể của nhà máy hoặc doanh nghiệp rõ ràng là tốt hơn.

(3) Nung một phần bụi bypass: Thông thường, bụi bypass (BPD) được lấy ra từ hệ thống lò nung được nung hoàn toàn. Giá định này được thực hiện trong phương thức đầu vào đơn giản A1. Tuy nhiên, trong một số loại công trình, bụi chỉ được nung một phần. Tùy thuộc vào lượng chiết xuất BPD và mức độ nung của nó, điều này có thể liên quan đến độ chính xác của báo cáo phát thải từ quá trình nung nguyên liệu. Trong những trường hợp như vậy, nên ưu tiên sử dụng phương pháp đầu vào chi tiết A2, thêm nữa là lượng BPD rời khỏi hệ thống lò nung và hàm lượng CO₂ carbonat của BPD phải được đo ở cấp độ nhà máy. Lượng CO₂ còn lại trong dòng vật chất của BPD rời khỏi hệ thống lò nung sau đó sẽ được trừ vào lượng CO₂ từ quá trình nung bột liệu tiêu thụ. Đây là sự điều chỉnh cho phần không nung của BPD.

(4) Nguyên liệu bổ sung không bao gồm trong liệu cấp lò: Các tùy chọn để xem xét nguyên liệu bổ sung được cung cấp trong phương pháp đầu vào chi tiết A2. Trong trường hợp nguyên liệu bổ sung không được bao gồm trong liệu cấp lò, ví dụ: trực tiếp đưa đến đầu vào lò quay, không thể sử dụng phương thức đầu vào đơn giản. Đối với mỗi loại vật liệu, số lượng và hàm lượng CO₂ bao gồm cả lượng phát thải CO₂ từ hàm lượng TOC) sẽ được đo ở cấp độ nhà máy. Chỉ khi cùng một vật liệu được báo cáo bổ sung làm nhiên liệu có hệ số phát thải dựa trên hàm

TCVN xxxx-3:202x

lượng TOC tương đối cao, thì việc báo cáo lượng phát thải CO₂ dưới dạng nguyên liệu bổ sung sẽ được giới hạn ở tổng hàm lượng TIC, so sánh với 7.2.1

Công thức cho phương pháp đầu vào đơn giản A1:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ Nguyên liệu} &= \text{Liệu cấp lò} \times (1 - \text{Hiệu chỉnh thu hồi bụi}) \times \text{MKN}_{\text{RM}} \\ &+ \text{FD rời hệ thống lò} \times \text{EF}_{\text{FD}} \end{aligned} \quad (3)$$

Công thức cho phương pháp đầu vào chi tiết A2 là:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ Nguyên liệu} &= \text{Liệu cấp lò} \times (1 - \text{Hiệu chỉnh thu hồi bụi}) \times \text{fCO}_{2\text{RM,TC}} \\ &+ \text{FD rời hệ thống lò} \times \text{EF}_{\text{FD}} \\ &- \text{BPD rời hệ thống lò} \times \text{fCO}_{2\text{BPD,TC}} \\ &+ \sum_j (\text{ARM}_j \times \text{fCO}_{2\text{ARM,TC},i}) \end{aligned} \quad (4)$$

Trong đó (cho Công thức (3) và (4)):

CO ₂ Nguyên liệu	là tổng lượng CO ₂ từ nguyên liệu (t CO ₂ /năm);
Liệu cấp lò	là lượng liệu cấp lò được đo ở cấp độ nhà máy (t/năm);
Hiệu chỉnh thu hồi bụi	là phần bụi thu hồi có liên quan đến liệu cấp lò (--);
MKN _{RM}	là phần trọng lượng bị mất khi nung của bột liệu (--);
fCO _{2RM,TC}	là phần trọng lượng của hàm lượng CO ₂ trong bột liệu ở đây bao gồm cả lượng phát thải CO ₂ từ TOC (--);
FD rời hệ thống lò	là lượng bụi lọc ra khỏi hệ thống lò (t/năm);
EF _{FD}	là hệ số phát thải CO ₂ của bụi lọc nung một phần (t CO ₂ /t FD);
BPD rời hệ thống lò	là lượng bụi bypass ra khỏi hệ thống lò nung (t/năm);
fCO _{2BPD,TC}	là phần trọng lượng của CO ₂ được giải phóng từ TC trong bụi bypass (--);
ARM _i	là lượng nguyên liệu bổ sung <i>i</i> (t/năm), không phải là một phần của liệu cấp lò;
fCO _{2ARM,TC,i}	là phần trọng lượng của CO ₂ được giải phóng từ TC trong nguyên liệu bổ sung <i>i</i> (--).

Điều chỉnh khái niệm về phương pháp đầu vào: Trong những trường hợp đặc biệt, có thể cần phải điều chỉnh khái niệm về phương pháp đầu vào để phản ánh các luồng nguyên liệu nhất định trong nhà máy và đảm bảo hạch toán chính xác. Việc điều chỉnh phải được giải thích và kèm theo một cái nhìn tổng quan về tất cả các dòng nguyên liệu có liên quan. Ngoài ra, phải chứng minh rằng lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung hoàn toàn và một phần nguyên liệu cũng như từ hàm lượng carbon hữu cơ của nguyên liệu được tính hoàn toàn và chính xác hơn bằng phương pháp đã điều chỉnh.

7.2.3 Phương pháp đầu ra (B1) và (B2)

Để áp dụng các phương pháp đầu ra dựa trên clanhke, các doanh nghiệp sẽ sử dụng dữ liệu cụ thể từ nhà máy của họ như sau:

(1) **Clanhke:** CO₂ nung sẽ được tính toán dựa trên khối lượng clanhke được tạo ra và hệ số phát thải trên một tấn clanhke. Hệ số phát thải phải được xác định dựa trên hàm lượng CaO và MgO đo được trong clanhke và được hiệu chỉnh nếu lượng CaO và MgO liên quan trong clanhke bắt nguồn từ các nguồn không chứa carbonat. Điều này có thể xảy ra, ví dụ,

nếu calci silicat hoặc tro bay được sử dụng làm nguyên liệu cho lò nung.

Việc xác định hệ số phát thải đối với clanhke phải được ghi lại rõ ràng. Phương pháp chi tiết đề cập đến phân tích CaO và MgO của clanhke và hiệu chỉnh đối với các nguồn không chứa carbonat của các oxide này.

Trong trường hợp không có dữ liệu tốt hơn, giá trị mặc định là 525 kg CO₂/t clanhke sẽ được sử dụng (**phương pháp đầu ra đơn giản B1**). Giá trị này có thể so sánh với giá trị mặc định của IPCC (510 kg CO₂/t) đã hiệu chỉnh đối với hàm lượng MgO điển hình trong clanhke. Xem 7.3 để biết chi tiết về hệ số phát thải mặc định.

$$EF_{cli} = fCaO_{cli} \times 0,785 \text{ tCO}_2/\text{t CaO} + fMgO_{cli} \times 1,092 \text{ tCO}_2/\text{t MgO} \quad (5)$$

Trong đó

- EF_{cli} là hệ số phát thải CO₂ của clanhke (kg CO₂/t clanhke);
- $fCaO_{cli}$ là hàm lượng CaO trong clanhke (%);
- $fMgO_{cli}$ là hàm lượng MgO trong clanhke (%).

Hàm lượng đáng kể của CaO và MgO không carbonat (ví dụ: từ nguyên liệu nung sẵn) có thể được trừ đi.

(2) **Bụi:** CO₂ từ bụi bypass hoặc bụi lọc ra khỏi hệ thống lò nung sẽ được tính toán dựa trên khối lượng bụi có liên quan và hệ số phát thải. Việc tính toán phải tính đến toàn bộ khối lượng bụi thoát ra khỏi hệ thống lò, bất kể bụi được bán trực tiếp, thêm vào xi măng hay bị loại bỏ như một chất thải.

Bụi bypass thường được nung hoàn toàn. Do đó, phát thải liên quan đến bụi bypass sẽ được tính toán bằng cách sử dụng hệ số phát thải cho clanhke. Nếu có thêm thông tin, hệ số phát thải của BPD có thể được ước tính từ tỷ lệ nung của BPD theo Công thức (7) được đề xuất cho phát thải FD.

Ngoài ra, hệ số phát thải CO₂ của bụi bypass (EF_{BPD}) có thể được xác định từ CaO, MgO và CO₂ carbonat còn lại được phân tích trong các mẫu BPD. Các tham số này liên quan trực tiếp đến khối lượng của BPD. Phương pháp này cho kết quả chính xác hơn, đặc biệt trong trường hợp các thành phần như clorua kiềm và sulfat được làm giàu trong BPD so với thành phần clanhke hoặc bột liệu nung một phần.

$$EF_{BPD} = CO_{2CaO} + CO_{2MgO} - fCO_{2BPD} = (CO_{2CaO} + CO_{2MgO}) \times d \quad (6)$$

Trong đó (cho Công thức 6):

- EF_{BPD} là hệ số phát thải CO₂ của bụi bypass nung một phần (t CO₂/t BPD);
- CO_{2CaO} là lượng CO₂ cân bằng hóa học liên quan đến hàm lượng calci oxide trong bụi bypass (t CO₂/t BPD);
- CO_{2MgO} là lượng CO₂ cân bằng hóa học liên quan đến hàm lượng magie oxide trong bụi bypass (t CO₂/t BPD);
- fCO_{2BPD} là phần trọng lượng của hàm lượng CO₂ carbonat trong bụi bypass (t CO₂/t BPD);
- d là tỷ lệ nung BPD (CO₂ giải phóng được biểu thị dưới dạng một phần của tổng CO₂ carbonat trong bụi bypass hoàn toàn không nung).

Việc tính toán hệ số phát thải CO₂ của BPD (EF_{BPD}) theo Công thức 6 tuân theo phương pháp tương tự như phương pháp thường được áp dụng để xác định hệ số phát thải của clanhke (EF_{cli}). Tuy nhiên, bằng cách sử dụng các tham số từ bụi bypass và tham chiếu khối lượng cụ

thể, nó xem xét

a) sự giảm một phần khối lượng của CaO và MgO trong bụi bypass (so với bột liệu nung hoặc clanhke) do làm giàu sulfat và clorua kiềm, và

b) sự nung một phần của nó (mức độ nung d):

Bụi lọc, trái ngược với bụi bypass, thường không được nung hoàn toàn. Hệ số phát thải đối với bụi lọc được xác định căn cứ vào hệ số phát thải đối với clanhke và tỷ lệ nung của bụi lọc.

$$EF_{FD} = \frac{\frac{EF_{Cl}}{1+EF_{Cl}} \times d}{1 - \frac{EF_{Cl}}{1+EF_{Cl}} \times d} \quad (7)$$

Trong đó

EF_{FD} là hệ số phát thải của bụi lọc nung một phần (t CO₂/t FD);

EF_{Cl} là hệ số phát thải cụ thể của nhà máy từ clanhke (t CO₂/t clanhke);

d là tỷ lệ nung FD (CO₂ giải phóng được biểu thị dưới dạng một phần của tổng lượng CO₂ carbonat trong bột liệu), xem Công thức (2).

Xem B.2 để biết chi tiết về việc lấy công thức tính toán trong Công thức (7).

Tỷ lệ nung d của FD tốt nhất là dựa trên dữ liệu cụ thể của nhà máy. Trong trường hợp không có dữ liệu như vậy, giá trị mặc định là 0 sẽ được sử dụng cho lò nung quy trình khô vì FD thường không được nung hoặc chỉ ở mức độ không đáng kể trong quy trình này. Trong các quy trình khác (nửa khô, nửa ướt hoặc ướt), tỷ lệ nung có thể có ảnh hưởng lớn. Trong trường hợp không có dữ liệu, giá trị mặc định là 1 sẽ được sử dụng cho các loại lò nung này. Giá trị này mang tính bảo toàn, tức là trong hầu hết các trường hợp, nó sẽ dẫn đến phóng đại lượng phát thải liên quan đến FD. A2 dựa trên phân tích bột liệu, trong khi B.2 dựa trên hệ số phát thải CO₂ của clanhke. Cả hai phương pháp cân bằng khối lượng sẽ dẫn đến cùng một kết quả. Xem phần tự tính toán từ 7.3 đến 7.6 để biết chi tiết về tỷ lệ nung d và Công thức (1), (2) và (7).

Trong trường hợp không có dữ liệu cụ thể về khối lượng bụi của nhà máy, giá trị mặc định của IPCC đối với CO₂ từ bụi bị loại bỏ (2 % CO₂ clanhke, xem 7.3) sẽ được sử dụng. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng mặc định này rõ ràng là quá thấp trong trường hợp lượng bụi có liên quan rời khỏi hệ thống lò nung. Do đó, sử dụng dữ liệu cụ thể của nhà máy hoặc doanh nghiệp rõ ràng là tốt hơn.

(3) CO₂ từ carbon hữu cơ trong nguyên liệu: Ngoài carbonat vô cơ, nguyên liệu dùng để sản xuất clanhke thường chứa một phần nhỏ carbon hữu cơ, phần lớn được chuyển thành CO₂ trong quá trình xử lý nhiệt bột liệu. Tổng hàm lượng carbon hữu cơ (TOC) của nguyên liệu có thể thay đổi đáng kể giữa các địa điểm và giữa các loại nguyên liệu được sử dụng.

Dữ liệu do CSI tổng hợp chỉ ra rằng giá trị điển hình của TOC trong bột liệu là khoảng 0,1 % đến 0,3 % (trọng lượng khô). Điều này tương ứng với lượng phát thải CO₂ khoảng 10 kg/t clanhke, chiếm khoảng 1 % lượng phát thải CO₂ kết hợp điển hình từ quá trình nung nguyên liệu và đốt nhiên liệu lò nung².

² 1,55 t bột liệu /t clanhke x 2 kg C /t bột liệu x 3.664 kg CO₂ /kg C = 11 kg CO₂ /t clanhke, với giả định rằng tất cả carbon hữu cơ được chuyển đổi thành CO₂. Nên thận trọng với vé thứ hai vì một phần carbon hữu cơ thường sẽ được thải ra dưới dạng VOC hoặc CO. Hàm lượng TOC trong 2 kg/t bột liệu được xác định dựa trên 43 phép đo được biên soạn bởi các Doanh nghiệp thành viên CSI cho Châu Âu và Bắc Phi và hiện đã được kiểm tra bằng cách thu thập và phân tích hơn 100 phân tích từ các nguyên liệu khác nhau từ các nhà máy xi măng trên toàn thế giới.

CO₂ phát thải từ carbon hữu cơ trong nguyên liệu thô phải được định lượng và báo cáo để đảm bảo tính đầy đủ của bản kiểm kê (xem Điều 10 về ngưỡng trọng yếu). Tuy nhiên, do đóng góp của chúng vào lượng phát thải tổng thể là nhỏ, nên cần thực hiện một phép tính đơn giản để nhân sản lượng clanhke với các giá trị mặc định sau:

— tỷ lệ bột liệu trên clanhke mặc định: 1,55

— hàm lượng TOC mặc định của bột liệu: 2 kg/tấn bột liệu (khối lượng khô, tương ứng 0,2 %). Hệ số mặc định cho hàm lượng TOC này đã được kiểm tra bằng cách thu thập và nghiên cứu hơn 100 phân tích từ các nguyên liệu khác nhau từ các nhà máy xi măng trên khắp thế giới. Dựa trên phân tích dữ liệu, giá trị của hệ số mặc định là 0,2 % được xác nhận.

Các doanh nghiệp không bắt buộc phải phân tích thêm các phát thải này trừ khi họ có thông tin cho thấy carbon hữu cơ phù hợp hơn. Đây có thể là trường hợp, ví dụ, nếu một doanh nghiệp tiêu thụ khối lượng đáng kể đá phiến sét hoặc tro bay có hàm lượng TOC cao làm nguyên liệu cho lò nung. Hơn nữa, lưu ý rằng bất kỳ khối lượng bụi nào rời khỏi hệ thống lò nung sẽ không được phản ánh tự động trong tính toán mặc định này.

Các doanh nghiệp sản xuất một lượng lớn bụi nên áp dụng tỷ lệ bột liệu với clanhke đặc trưng cho nhà máy của họ nếu họ muốn phân tích lượng phát thải liên quan đến TOC của mình một cách chi tiết hơn. Tỷ lệ bột liệu và clanhke đặc trưng của nhà máy nên loại trừ hàm lượng tro của nhiên liệu được sử dụng, để tránh đếm trùng lặp. Ví dụ, nếu tro bay có hàm lượng carbon cao được sử dụng làm nhiên liệu (nghĩa là bằng cách ấn định cho nó một giá trị gia nhiệt và hệ số phát thải CO₂), hàm lượng tro của nó không được tính vào tỷ lệ bột liệu/clanhke cho mục đích tính toán phát thải từ TOC trong bột liệu.

Công thức cho các phương thức đầu ra B1 và B2:

$$\begin{aligned} CO_2 \text{ Nguyên liệu} &= \text{Clanhke} \times EF_{cli} \\ &+ \text{BPD rời hệ thống lò} \times EF_{BPD} \\ &+ \text{FD rời hệ thống lò} \times EF_{FD} \\ &+ \text{Bột liệu tiêu thụ} \times fTOC_{RM} \times 3.664 \end{aligned} \quad (8)$$

Bột liệu tiêu thụ ở đây được tính bằng

$$\text{Bột liệu tiêu thụ} = \text{Clanhke} \times \text{Tỷ lệ RM/Cl} \quad (9)$$

Trong đó (cho Công thức (8) và (9)):

<i>CO₂ Nguyên liệu</i>	là tổng lượng CO ₂ từ nguyên liệu (t CO ₂ /năm);
<i>Clanhke</i>	là sản lượng clanhke được đo ở cấp độ nhà máy (t/năm);
<i>EF_{cli}</i>	là hệ số phát thải CO ₂ của clanhke (kg CO ₂ /t clanhke); phương pháp đầu ra đơn giản (B1): giá trị mặc định = 0,525 t CO ₂ /t clanhke; phương pháp đầu ra chi tiết (B2): xác định theo 7.3;
<i>BPD rời hệ thống lò</i>	là lượng bụi bypass ra khỏi hệ thống lò nung (t/năm);
<i>lò</i>	
<i>EF_{BPD}</i>	là EF _{cli} , được ước tính từ tỷ lệ nung hoặc được xác định từ phân tích (xem ở trên);
<i>FD rời hệ thống lò</i>	là lượng bụi lọc ra khỏi hệ thống lò (t/năm);
<i>EF_{FD}</i>	là hệ số phát thải CO ₂ của bụi lọc nung một phần được xác định theo Công thức (7) (t CO ₂ /t FD);

TCVN xxxx-3:202x

<i>Bột liệu tiêu thụ</i>	là lượng bột liệu tiêu hao cho sản xuất clanhke và bụi bypass (t/năm);
fTO_{CRM}	là phần khối lượng của tổng carbon hữu cơ (TOC) trong bột liệu (-); giá trị mặc định = 0,002 = 0,2 %;
<i>Tỉ lệ RM/Cli</i>	là tỉ lệ khối lượng clanhke bột liệu (bột liệu tiêu thụ trên một sản lượng clanhke, -), việc bổ sung tro và bụi nhiên liệu ra khỏi hệ thống lò nung sẽ được tính để xác định; giá trị mặc định = 1,55.

7.3 Báo cáo phát thải CO₂ từ quá trình nung nguyên liệu dựa trên sản lượng clanhke: tóm tắt các khuyến nghị của IPCC và CSI và hệ số phát thải mặc định cho clanhke

IPCC (2006) khuyến nghị tính toán CO₂ nung dựa trên hàm lượng CaO trong clanhke được tạo ra (0,785 t CO₂/t CaO, nhân với hàm lượng CaO trong clanhke). Hàm lượng CaO mặc định trong clanhke được khuyến nghị là 65 %, tương ứng với 510 kg CO₂/t clanhke.

CO₂ từ bụi lò bị loại bỏ, theo IPCC, nên được tính riêng, có tính đến mức độ nung của nó. Ở những nơi không có dữ liệu chính xác hơn, IPCC khuyến nghị tính toán bụi bị loại bỏ bằng cách thêm 2 % vào CO₂ clanhke theo mặc định, dù biết rằng lượng phát thải có thể cao hơn nhiều trong một số trường hợp.

IPCC không phân biệt giữa bụi bypass và bụi lọc. Hơn nữa, giá trị mặc định của IPCC bỏ qua CO₂ từ quá trình tiền nung magnesi carbonat (hàm lượng MgO trong clanhke thường vào khoảng 2 %).³

Tiêu chuẩn này khuyến nghị xác định các hệ số phát thải cho quá trình nung clanhke trên cơ sở cụ thể của nhà máy. Để đạt được mục tiêu này, một bảng tính phụ trợ cho phương pháp đầu ra chi tiết (B2) đã được đưa vào bảng tính của giao thức CSI [1], bảng tính này có thể tính đến hàm lượng CaO và MgO cụ thể trong clanhke của nhà máy cũng như các nguồn không chứa carbonat của CaO và MgO như calci silicat, hoặc tro bay được thêm vào bột liệu. Trong trường hợp không có dữ liệu cụ thể về nhà máy, tiêu chuẩn này khuyến nghị sử dụng phương pháp đầu ra đơn giản (B1) với hệ số phát thải mặc định là 525 kg CO₂/t clanhke, tương ứng với giá trị mặc định của IPCC đã được hiệu chỉnh đối với các carbonat Mg.

Hệ số phát thải CO₂ cho clanhke được xác định từ hàm lượng CaO và MgO cụ thể không tính đến lượng phát thải CO₂ do CKD ra khỏi hệ thống lò nung và phát thải CO₂ bắt nguồn từ hàm lượng TOC của nguyên liệu. Do đó, lượng phát thải CO₂ này được tính bổ sung vào lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung nguyên liệu để sản xuất clanhke (để biết chi tiết, xem Công thức (8) và các mô tả tương ứng trong 7.2.2).

7.4 Xác định tỷ lệ nung FD

Tỷ lệ nung FD d phải được tính toán theo Công thức (10), dựa trên phần khối lượng của CO₂ carbonat trong FD và trong bột liệu, tương ứng. Hai thông số đầu vào fCO_{2FD} và fCO_{2RM} sẽ được đo bằng phân tích hóa học. Các phương pháp phân tích có thể bao gồm, ví dụ, thử nghiệm mất khi nung, chuẩn độ hoặc phân tích phát thải CO₂ bằng phát hiện tia hồng ngoại (IR).

$$d = 1 - \frac{fCO_{2FD} \times (1 - fCO_{2RM})}{(1 - fCO_{2FD}) \times fCO_{2RM}} \quad (10)$$

³ Nguồn: Khuyến nghị của IPCC: IPCC 2000, trang 3.9ff; Trung bình GNR: Sáng kiến Bền vững Xi măng. Cơ sở dữ liệu Xi măng Toàn cầu về CO₂ và Thông tin Năng lượng (<http://www.wbcsdcement.org>)

Trong đó

fCO_{2FD} là phần trọng lượng của CO₂ carbonat trong FD (--);

fCO_{2RM} là phần trọng lượng của CO₂ carbonat trong bột liệu (--).

Trong trường hợp không có dữ liệu đo lường về thành phần của FD, giá trị mặc định là 1 sẽ được sử dụng cho tỷ lệ nung d . Giá trị này mang tính bảo toàn, nghĩa là trong hầu hết các trường hợp, nó sẽ dẫn đến phóng đại lượng phát thải liên quan đến FD, vì FD thường không được nung hoàn toàn.

Ngoài ra, mức độ nung tối đa d được tính toán từ phân tích mẫu bụi lò xi măng chỉ là thương số của lượng CO₂ tối đa có khả năng giải phóng trong quá trình nung (được xác định từ các phân tích CaO và MgO) và hàm lượng CO₂ carbonat còn lại được phân tích của mẫu:

$$d = \frac{CO_{2,CaO} + CO_{2,MgO} - CO_{2,mẫu}}{CO_{2,CaO} + CO_{2,MgO}} \quad (11)$$

Trong đó

$CO_{2,CaO}$ là hàm lượng tối đa theo phương pháp hóa học của CO₂ carbonat tính từ CaO;

$CO_{2,MgO}$ là hàm lượng tối đa theo phương pháp hóa học của CO₂ carbonat tính từ MgO;

$CO_{2,mẫu}$ là hàm lượng CO₂ carbonat của mẫu (carbon dioxide theo EN 196-2 [11]).

7.5 Xác định trực tiếp hệ số phát thải CO₂ của FD từ phân tích hàm lượng CO₂

Để xác định trực tiếp hệ số phát thải CO₂ của FD, sự kết hợp của Công thức (1) và (10) mang lại

$$EF_{FD} = \frac{fCO_{2RM} - \frac{fCO_{2FD} \times (1 - fCO_{2RM})}{(1 - fCO_{2FD})}}{(1 - fCO_{2RM}) + \frac{fCO_{2FD} \times (1 - fCO_{2RM})}{(1 - fCO_{2FD})}} \quad (12)$$

Công thức (12) được đơn giản hóa sau khi bổ sung số hạng bên trái bằng phép nhân với

$$\frac{(1 - fCO_{2FD})}{\frac{(1 - fCO_{2RM})}{(1 - fCO_{2FD})}} = 1 \quad (13)$$

Khi đó hệ số phát thải CO₂ của FD có thể được xác định trực tiếp bằng công thức sau

$$EF_{FD} = fCO_{2RM} \times \frac{(1 - fCO_{2FD})}{(1 - fCO_{2RM})} - fCO_{2FD} \quad (14)$$

Trong Công thức (14), các số hạng trong ngoặc tròn điều chỉnh khối lượng tham chiếu của hàm lượng CO₂ carbonat fCO_{2RM} được xác định trong các mẫu bột liệu chưa nung thành tham chiếu khối lượng của FD, có khả năng được nung một phần. Hệ số phát thải CO₂ của FD, EF_{FD} được xác định từ sự khác biệt của hàm lượng CO₂ carbonat giữa trạng thái có khả năng nung một phần và trạng thái giả định không nung của FD.

7.6 Các vấn đề cụ thể đối với xi măng về nhiên liệu

7.6.1 Nhiên liệu truyền thống

Nhiên liệu truyền thống là nhiên liệu hóa thạch bao gồm ví dụ như than đá, than cốc, dầu nhiên liệu và khí đốt tự nhiên. Phương pháp ưu tiên là tính toán CO₂ từ nhiên liệu truyền thống (cũng như nhiên liệu thay thế và nhiên liệu không dùng cho lò, xem 7.6.2 và 7.8) dựa trên mức tiêu thụ

TCVN xxxx-3:202x

nhiên liệu, nhiệt trị thấp và hệ số phát thải CO₂ phù hợp.

Mức tiêu thụ nhiên liệu và nhiệt trị thấp (LHV hoặc nhiệt trị ròng NCV) của nhiên liệu được đo thường xuyên ở cấp độ nhà máy. Điều quan trọng cần lưu ý là nhiệt trị được áp dụng luôn phải phù hợp với trạng thái của nhiên liệu, đặc biệt là đối với độ ẩm chính xác trong quá trình cân (ví dụ: than thô hoặc than khô). Thông thường nhiệt trị thấp được xác định từ một mẫu khô. Sau đó, phải áp dụng hiệu chỉnh độ ẩm cho kết quả, hiệu chỉnh khối lượng tham chiếu từ mẫu đã sấy khô trở về độ ẩm ban đầu của nhiên liệu khi nó được tiêu thụ hoặc cân.

Ngoài ra, hệ số phát thải CO₂ (EF) phải được đảm bảo tham chiếu chính xác. Tham chiếu phải là nhiệt được xác định bởi nhiệt trị thấp (LHV). Để chuyển đổi nhiệt trị cao (HHV hoặc tổng nhiệt trị GCV) sang LHV, công thức được xác định trong Hướng dẫn IPCC năm 2006 (Tập II, Mục 1.4.1.2, Hộp 1.1) [4] có thể được áp dụng.

Các doanh nghiệp được khuyến khích sử dụng các hệ số phát thải cụ thể của nhà máy hoặc quốc gia nếu có sẵn dữ liệu đáng tin cậy. Hệ số phát thải của nhiên liệu phải dựa trên tổng hàm lượng carbon. Nếu nhiên liệu chứa một lượng đáng kể carbon vô cơ (TIC), nó có thể được báo cáo dựa trên tổng hàm lượng carbon hữu cơ (TOC) nếu lượng phát thải CO₂ từ hàm lượng TIC của nó được báo cáo là lượng phát thải CO₂ từ nung nguyên liệu. Việc tính toán trực tiếp lượng phát thải dựa trên mức tiêu thụ nhiên liệu (tính bằng tấn) và hàm lượng carbon trong nhiên liệu (tính bằng phần trăm) có thể chấp nhận được với điều kiện là các biến thể vật chất trong thành phần của nhiên liệu, và đặc biệt là hàm lượng nước của nó, được tính toán đầy đủ.

Nói chung, IPCC khuyến nghị tính đến việc đốt cháy không hoàn toàn nhiên liệu hóa thạch. Tuy nhiên, thông thường 99 % đến 100% carbon bị oxy hóa⁴. Trong lò nung xi măng, quá trình oxy hóa không hoàn toàn là không đáng kể, do nhiệt độ đốt cháy rất cao và thời gian lưu lại trong lò lâu và không hoặc có rất ít carbon dư được tìm thấy trong clanhke. Do đó, carbon trong tất cả các nhiên liệu của lò nung nên được coi là đã bị oxy hóa hoàn toàn. Hệ số phát thải CO₂ của nhiên liệu phải luôn được xác định dựa trên tổng hàm lượng carbon (TC).

7.6.2 Nhiên liệu thay thế

Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia của IPCC 1996 và 2006 yêu cầu như sau:

- **CO₂ từ sinh khối và chất lỏng sinh học** được coi là trung hòa khí hậu, vì lượng phát thải có thể được bù đắp bằng sự tái phát triển của sinh khối trong thời gian ngắn. CO₂ từ sinh khối và chất lỏng sinh học được báo cáo trong "mục ghi chú", nhưng không được tính vào tổng phát thải quốc gia.
- **CO₂ từ chất thải có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch** (còn được gọi là **nhiên liệu hóa thạch thay thế** hoặc **AF hóa thạch**) thì ngược lại vì không phải là trung hòa khí hậu. Theo hướng dẫn của IPCC, phát thải KNK từ chuyển đổi chất thải công nghiệp thành năng lượng được báo cáo trong hạng mục "năng lượng" của kiểm kê quốc gia, trong khi phát thải KNK từ xử lý chất thải thông thường (chôn lấp, đốt) được báo cáo trong hạng mục "quản lý chất thải".
- **CO₂ từ nhiên liệu hỗn hợp với các phần sinh khối và hóa thạch:** Trong trường hợp sinh khối hoặc chất lỏng sinh học được đốt cháy cùng với nhiên liệu hóa thạch (ví dụ: chất thải công nghiệp và/hoặc chất thải sinh hoạt đã qua xử lý), nên có sự phân chia giữa phần hóa

⁴ So sánh IPCC 2006, Tập. II, Mục 1.4.2.1 và IPCC 1996, Tập. III, tr.1.29, Hệ số oxy hóa carbon mặc định: 98% đối với than, 99% đối với dầu và 99,5% với khí tự nhiên;

thạch và phần không hóa thạch của nhiên liệu được thiết lập và các hệ số phát thải được áp dụng cho các phân thích hợp (IPCC 2006, Tập II, Mục 2.3.3.4).

Để đảm bảo tính nhất quán với các hướng dẫn của IPCC, cần có báo cáo minh bạch về lượng phát thải CO₂ trực tiếp do quá trình đốt cháy AF trong các nhà máy xi măng. Do đó, tiêu chuẩn này yêu cầu báo cáo như sau:

- CO₂ trực tiếp từ quá trình đốt cháy **sinh khối** (bao gồm than sinh khối hoặc chất lỏng sinh học, chất thải sinh khối và phần sinh khối của nhiên liệu hỗn hợp) sẽ được báo cáo dưới dạng mục ghi chú, nhưng không bao gồm lượng phát thải KNK trực tiếp tuyệt đối. Hệ số phát thải mặc định của IPCC là 110 kg CO₂/GJ đối với sinh khối rắn sẽ được sử dụng, trừ khi có sẵn các hệ số phát thải đáng tin cậy khác⁵. Giá trị này nằm trong phạm vi các giá trị khác nhau đối với sinh khối rắn hoặc chất lỏng sinh học, được chỉ định là hệ số phát thải mặc định trong IPCC 2006 (Tập II, Mục 1.4.2.1).
- CO₂ trực tiếp từ quá trình đốt cháy AF **hóa thạch** và phần hóa thạch của nhiên liệu hỗn hợp sẽ được tính toán và đưa vào lượng phát thải CO₂ trực tiếp. Các hệ số phát thải CO₂ phụ thuộc vào loại AF hoặc nhiên liệu hỗn hợp được sử dụng và do đó, sẽ được chỉ định ở cấp nhà máy nếu thực tế. Trong trường hợp không có dữ liệu cụ thể của nhà máy hoặc doanh nghiệp, các doanh nghiệp sẽ sử dụng các hệ số phát thải mặc định.
- **Cắt giảm KNK** gián tiếp đạt được thông qua việc sử dụng AF sẽ được tính vào lượng **phát thải rỗng** trong tiêu chuẩn này. Định nghĩa được mô tả thêm trong 5.5.

Nói chung, các hệ số phát thải CO₂ của tất cả các loại nhiên liệu phải thể hiện toàn bộ lượng phát thải CO₂ từ việc sử dụng nhiên liệu dựa trên TC.

Một số AF, ví dụ như lốp xe đã qua sử dụng và mùn cưa ngâm tẩm, chứa cả carbon hóa thạch và sinh khối. Những nhiên liệu này sẽ được xử lý như nhiên liệu hỗn hợp và lượng phát thải CO₂ sẽ được tách biệt trong phần hóa thạch và phần sinh học của chúng. Điều này được thực hiện bằng cách xác định tỷ lệ carbon sinh học trong hàm lượng carbon tổng thể của nhiên liệu, theo tiêu chuẩn quốc tế ISO/EN (ví dụ: EN 15440) hoặc tiêu chuẩn quốc gia phù hợp. Đối với một số loại nhiên liệu, tỷ lệ này khó đo lường và tốn kém, và rất hay thay đổi. Các doanh nghiệp nên sử dụng phương pháp thận trọng trong việc xác định hàm lượng carbon sinh học, nghĩa là không nên ước lượng hàm lượng carbon sinh học quá cao. Hàm lượng carbon hóa thạch sẽ được giả định là 100 % đối với các loại nhiên liệu trong trường hợp thiếu thông tin đáng tin cậy về hàm lượng carbon sinh học của chúng cho đến khi có dữ liệu chính xác hơn.

Nhiên liệu đóng góp đáng kể vào khối lượng của clanhke sản phẩm với hàm lượng tro của chúng và có TIC đáng kể có thể được báo cáo là nhiên liệu có hệ số phát thải CO₂ dựa trên TOC. Trong trường hợp này và khi báo cáo lượng phát thải CO₂ từ nguyên liệu dựa trên đầu vào (xem 7.2.1), lượng phát thải CO₂ từ hàm lượng TIC phải được báo cáo bổ sung. Điều này sẽ được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp nhập chi tiết A2 và tùy chọn báo cáo nguyên liệu bổ sung (Adrm) không phải là một phần của nguồn cấp lò. Nếu lượng phát thải CO₂ từ TOC của vật liệu đã được báo cáo là nhiên liệu, thì hàm lượng CO₂ được chỉ định cho nguyên liệu bổ sung sẽ chỉ phản ánh hàm lượng TIC còn lại để lượng phát thải CO₂ từ TC được báo cáo (so sánh 7.2.1 (4)).

⁵ Xem IPCC 1996, Tập. III, tr.1.13

7.7 KNK từ nhiên liệu cho lò nung

Nhiên liệu đốt lò trong tiêu chuẩn này là tất cả nhiên liệu cung cấp cho hệ thống lò cộng với nhiên liệu được sử dụng để sấy và chế biến nguyên liệu hoặc nhiên liệu lò nung khác. Bao gồm trong định nghĩa này là nhiên liệu được đưa vào thông qua hệ thống đốt chính của lò cũng như nhiên liệu được thêm vào lò nung hoặc trực tiếp vào đầu vào của lò. Trong tiêu chuẩn này, những nhiên liệu như vậy được coi là nhiên liệu lò nung, bất kể khả năng sử dụng nhiệt thải để sản xuất điện năng. Ngoài ra, nhiên liệu được sử dụng để đốt nóng nhiên liệu (ví dụ: dầu nhiên liệu nặng được sử dụng để sản xuất clanhke) sẽ được báo cáo trong nhiên liệu lò nung. Nhiên liệu dùng để sấy các phụ gia khoáng (PGK) dùng trong nghiền xi măng và nhiên liệu dùng để sản xuất điện trong hệ thống các bộ phận tách biệt với hệ thống lò nung sẽ được báo cáo là nhiên liệu ngoài lò nung.

Lượng phát thải KNK cụ thể và tiêu thụ năng lượng nhiên liệu cụ thể của sản xuất clanhke được xác định bởi việc sử dụng nhiên liệu lò bao gồm cả chuẩn bị nhiên liệu và nguyên liệu.

7.8 KNK từ nhiên liệu không dùng cho lò

Nhiên liệu không dùng cho lò bao gồm tất cả các loại nhiên liệu không có trong định nghĩa về nhiên liệu lò (Điều 3). Ví dụ nhiên liệu sử dụng

- cho các phương tiện khai thác đá và nhà máy,
- để sưởi ấm phòng,
- cho thiết bị xử lý nhiệt (ví dụ: máy sấy), có thể được sử dụng để điều chế các PGK cho nghiền xi măng,
- trong một hệ thống các bộ phận riêng biệt để sản xuất điện tại chỗ.

Các doanh nghiệp xi măng phải đảm bảo báo cáo đầy đủ về phát thải KNK từ các nhiên liệu không dùng cho lò đốt được đốt tại chỗ. Lượng phát thải này được tính như sau:

- thiết bị và phương tiện tại chỗ;
- sưởi ấm / làm mát phòng;
- làm khô PGK như xỉ hoặc puzolan;
- phát điện tại chỗ trong nồi hơi đốt riêng và phát điện động cơ diesel/xăng.

Lưu ý rằng nhiên liệu tiêu thụ để sấy nguyên liệu sản xuất clanhke và nhiên liệu lò nung được bao gồm trong phần nhiên liệu lò nung.

- KNK từ các phương tiện vận chuyển ngoài địa điểm bằng các đội xe thuộc sở hữu của doanh nghiệp hiện không được đưa vào ranh giới (xem chi tiết bên dưới).
- Carbon trong nhiên liệu không dùng cho lò được giả định là đã bị oxy hóa hoàn toàn, tức là không tính đến việc lưu trữ carbon trong bồ hóng hoặc tro. Kết quả ước tính quá cao lượng phát thải thường sẽ nhỏ (xấp xỉ 1 %).

Xem thêm Bảng 7 về các bước quy trình cần được đề cập để đảm bảo báo cáo đầy đủ theo tiêu chuẩn này.

Các nhiệt trị thấp cụ thể của nhà máy đo được sẽ được sử dụng, nếu có. Ngoài ra, các giá trị mặc định của IPCC hoặc CSI có thể được áp dụng. Nếu cùng một loại nhiên liệu được sử dụng làm nhiên liệu không dùng cho lò nung và nhiên liệu cho lò nung thì hệ số phát thải CO₂ được sử dụng để báo cáo phải tương ứng. Mặt khác, các hệ số phát thải cụ thể của nhà máy đo được sẽ được sử

dụng, nếu có. Ngoài ra, các giá trị mặc định của IPCC hoặc CSI có thể được áp dụng.

7.9 KNK từ quá trình đốt cháy nước thải

Một số nhà máy xi măng bơm nước thải vào lò nung của họ, ví dụ như chất làm mát ngọn lửa để kiểm soát nitơ oxide (NOx). Carbon có trong nước thải được thải ra dưới dạng CO₂. Tiêu chuẩn này không yêu cầu các doanh nghiệp xi măng định lượng lượng phát thải CO₂ liên quan đến tiêu thụ nước thải, bởi vì lượng phát thải này thường nhỏ và khó định lượng:

- hầu hết các nhà máy xi măng không sử dụng nước thải;
- ở nơi nước thải được tiêu thụ, hàm lượng carbon của nó thường sẽ đóng góp ít hơn 1% tổng lượng phát thải CO₂ của nhà máy⁶;
- Ngoài ra, carbon chứa trong nước thải có thể có nguồn gốc từ sinh khối (ví dụ: nước cống), trong trường hợp đó nó chỉ được tính là một mục ghi chú.

7.10 Phát thải KNK ngoài CO₂ từ ngành xi măng

Trong Phụ lục A của Nghị định thư Kyoto [4], Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC) định nghĩa các hợp chất hóa học sau đây là khí nhà kính do con người tạo ra gây ra biến đổi khí hậu:

- carbon dioxide (CO₂),
- methan (CH₄),
- nitơ oxide (N₂O),
- các hợp chất hydrofluorocarbons (HFCs),
- các hợp chất perfluorocarbons (PFCs), và
- lưu huỳnh hexaflorua (SF₆).

Trong quá trình sản xuất clanhke và xi măng không sử dụng HFC, PFC hoặc SF₆. Con đường xâm nhập duy nhất có thể là lượng khí tối thiểu còn lại trong chất thải có chứa nhựa xốp. Tuy nhiên, những vật liệu này không được sử dụng như vậy và trong nhiên liệu thay thế hỗn hợp được sử dụng trong ngành xi măng thường không được chứa bất kỳ lượng đáng kể nào. Lốp xe đã qua sử dụng được sử dụng làm nhiên liệu thay thế trong các nhà máy xi măng không cho phép tồn dư đáng kể SF₆.

Các loại KNK không chứa CO₂, tức là khí methan (CH₄), nitơ oxide (N₂O), lưu huỳnh hexaflorua (SF₆) và hydrocarbon flo hóa (PFC, HFC) đã được đo trong các thử nghiệm tại hiện trường. Theo kết quả chính của các thử nghiệm hiện trường, có thể rút ra kết luận rằng KNK ngoài CO₂ không đáng kể trong phát thải của ngành xi măng. Các giá trị tổng chính của các phép đo này được trình bày trong Phụ lục A.

8 Phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng và gián tiếp khác và cách xác định

8.1 Tổng quan

Phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng và gián tiếp khác là phát thải do hoạt động của đơn vị báo cáo nhưng xảy ra tại các nguồn do đơn vị khác sở hữu hoặc kiểm soát. Sản xuất xi măng

⁶ Nếu một nhà máy sử dụng nước thải, khối lượng tiêu thụ thường là khoảng 10 kg/t clanhke. Ở hàm lượng carbon điển hình trong nước thải là 5 % tính theo trọng lượng, điều này tương ứng với lượng phát thải CO₂ khoảng 2 kg trên mỗi tấn clanhke hoặc khoảng 0,2 % tổng lượng phát thải CO₂ điển hình của một nhà máy (giá trị dựa trên dữ liệu do một số các doanh nghiệp thành viên CSI cung cấp).

TCVN xxxx-3:202x

có liên quan đến phát thải KNK gián tiếp từ nhiều nguồn khác nhau. Các ví dụ chính bao gồm lượng phát thải CO₂ từ:

- sản xuất điện bên ngoài được tiêu thụ bởi các nhà sản xuất xi măng (xem 8.2);
- sản xuất clanhke mua từ các nhà sản xuất khác và kết hợp với sản xuất của mình;
- sản xuất và xử lý nhiên liệu truyền thống và nhiên liệu thay thế bởi bên thứ ba;
- vận chuyển đầu vào (nguyên liệu, nhiên liệu) và đầu ra (xi măng, clanhke) bởi bên thứ ba.

Định nghĩa về các ranh giới đối với phát thải KNK gián tiếp được đưa vào 6.2 trong các ranh giới vận hành.

Dữ liệu về phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng và gián tiếp khác, bao gồm nhiều loại, có thể hữu ích để đánh giá lượng phát thải carbon tổng thể của một ngành. Để đạt được mục tiêu này, các doanh nghiệp xi măng sẽ tính toán và báo cáo KNK cả từ “sản xuất điện bên ngoài” và “clanhke mua” của phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng và gián tiếp khác có tác động đáng kể đến phát thải KNK.

8.2 CO₂ từ sản xuất điện bên ngoài

CO₂ từ sản xuất điện bên ngoài sẽ được tính toán dựa trên việc cung cấp điện lưới đo được và tốt nhất là hệ số phát thải thu được từ nhà cung cấp điện. Ngoài ra, nên sử dụng dữ liệu của chính phủ cho lưới điện quốc gia. Hệ số phát thải lưới điện Việt Nam được Cục Biến đổi khí hậu – Bộ Tài nguyên Môi trường công bố và cập nhật theo từng năm. Nếu cả hai dữ liệu đều không có sẵn, có thể sử dụng hệ số phát thải trung bình cho quốc gia dựa trên dữ liệu của IEA được cập nhật hàng năm. Phát thải liên quan đến việc tiêu thụ điện trong quá trình vận chuyển và phân phối (tổn thất T&D - Transmission and Distribution Losses) sẽ không được tính vào tính toán này. Tiêu chuẩn này phân biệt giữa các nguồn điện khác nhau (mua, sản xuất tại chỗ) và các hình thức sử dụng điện: sử dụng cho sản xuất xi măng, tiêu thụ các thiết bị phụ trợ phát điện (chênh lệch giữa sản lượng điện gộp và sản lượng thuần của nhà máy điện) và điện năng bán ra bên ngoài. Điện cung cấp cho các công đoạn ngoài xi măng khác trong cùng một nhà máy sẽ được coi như điện bán ra bên ngoài.

8.3 CO₂ từ clanhke mua

CO₂ từ quá trình sản xuất clanhke mua vào sẽ được tính toán dựa trên lượng clanhke chuyển giao ròng (clanhke mua vào trừ clanhke bán ra cộng với chuyển giao clanhke nội bộ) của đối tượng báo cáo và hệ số phát thải của clanhke. Đối với việc vận chuyển clanhke trong doanh nghiệp, nên sử dụng hệ số phát thải thực tế của nhà máy vận chuyển. Nếu clanhke được mua bên ngoài, giá trị này thường không có sẵn. Trong trường hợp này, một giá trị mặc định sẽ được sử dụng. Ưu tiên hàng đầu là áp dụng các giá trị quốc gia hoặc khu vực, nếu có. Ưu tiên thứ hai có thể được sử dụng là giá trị trung bình toàn cầu.

Lưu ý rằng hệ số phát thải mặc định là 865 kg CO₂/t chỉ nên được sử dụng để tính toán tác động phát thải KNK gián tiếp liên quan đến việc mua clanhke ròng. Đối với một bên bán clanhke ròng, lượng clanhke mua được cân bằng và do đó lượng phát thải sẽ là số âm, cho thấy rằng doanh số bán clanhke của doanh nghiệp đã gián tiếp giúp tránh phát thải tại một nhà máy xi măng khác. Hệ số phát thải mặc định tương tự không nên được sử dụng để tính lượng phát thải KNK tổng và ròng trực tiếp của doanh nghiệp báo cáo.

Các phương pháp tính toán hai loại phát thải KNK gián tiếp này được tóm tắt trong Điều 8 và Bảng 10. Ngoài CO₂ từ clanhke đã mua, tiêu chuẩn này không yêu cầu định lượng các phát thải KNK gián tiếp khác. Đặc biệt, điều này áp dụng đối với phát thải KNK gián tiếp liên quan

đến vận tải (xem Điều 8 để biết chi tiết).

Phát thải KNK liên quan đến sản xuất clanhke hoặc các phụ gia khoáng (PGK) thay thế xi măng sẽ không được coi là phát thải KNK gián tiếp khác của ngành xi măng nếu những phát thải này là kết quả của một quá trình công nghiệp khác. Điều này đặc biệt áp dụng cho xi được sản xuất bởi ngành công nghiệp thép và tro bay được sản xuất bởi các nhà máy điện.

Bảng 10 — Các thông số và nguồn dữ liệu để tính toán phát thải CO₂ gián tiếp qua năng lượng và gián tiếp khác theo yêu cầu của tiêu chuẩn này

Phát thải	Thông số	Đơn vị	Nguồn thông số
CO ₂ từ sản xuất năng lượng bên ngoài (phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng)	Điện năng mua từ lưới điện bên ngoài Hệ số phát thải không bao gồm tổn thất T&D	GWh t CO ₂ /GWh	Được đo ở cấp độ nhà máy Giá trị của nhà cung cấp cụ thể hoặc hệ số lưới quốc gia
CO ₂ từ clanhke mua (phát thải KNK gián tiếp khác)	Thu mua ròng clanhke Hệ số phát thải	t cli t CO ₂ /t cli	Được đo ở cấp độ nhà máy (clanhke mua trừ clanhke bán + điều chuyển clanhke nội bộ) Hệ số mặc định (từ cơ sở dữ liệu GNR [10])

t = tấn; cli = clanhke

9 Đường cơ sở, mua lại và thoái vốn

Hiệu suất phát thải KNK thường được đo và so sánh với năm tham chiếu trước đây (“năm cơ sở”). Theo mặc định, “năm cơ sở Kyoto” 1990⁷ nên được sử dụng làm năm tham chiếu. Tuy nhiên, trong những trường hợp thiếu dữ liệu lịch sử chính xác và đáng tin cậy có thể sử dụng năm cơ sở gần đây hơn, đặc biệt khi có liên quan đến việc tuân thủ hoặc giao dịch phát thải. Việc lựa chọn năm cơ sở cũng sẽ phụ thuộc vào quy định của từng quốc gia.

Việc mua lại và thoái vốn, cũng như việc mở hoặc đóng cửa các nhà máy, sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất phát thải hợp nhất của một doanh nghiệp, cả về mặt tuyệt đối và cụ thể. Để đảm bảo tính nhất quán của đường cơ sở (= lượng phát thải trong và sau năm cơ sở), các doanh nghiệp sẽ áp dụng các quy tắc sau một cách nhất quán:

- **Điều chỉnh đường cơ sở cho sự thay đổi bằng cách mua lại và thoái vốn:** Lượng phát thải hợp nhất được báo cáo trong những năm trước sẽ luôn phản ánh lượng cổ phần hiện tại được nắm giữ trong một doanh nghiệp. Nếu một doanh nghiệp được mua lại, các phát thải trong quá khứ của doanh nghiệp đó sẽ được bao gồm trong các phát thải hợp nhất của doanh nghiệp báo cáo. Điều này sẽ được thực hiện trở lại năm cơ sở hoặc trở lại năm mà doanh nghiệp được mua lại ra đời, tùy theo thời điểm nào đến sau. Nếu một doanh nghiệp bị thoái vốn, các khoản phát thải trong quá khứ sẽ bị loại bỏ khỏi các khoản phát thải hợp nhất. Những điều chỉnh này sẽ được thực hiện theo các quy tắc hợp nhất (xem 6.3).

⁷ Một số quốc gia thuộc Phụ lục 1 có nền kinh tế đang trong quá trình chuyển đổi đã chọn các năm khác ngoài năm 1990 làm năm cơ sở hoặc thời kỳ cơ sở (ví dụ: Bulgary và Romania: 1989, Ba Lan: 1988, Hungary: 1985-87). Ngoài ra, tất cả các quốc gia thuộc Phụ lục 1 có thể chọn năm 1995 làm năm cơ sở đối với hydrofluorocarbons, perfluorocarbons và lưu huỳnh hexaflorua.

- **Không điều chỉnh đường cơ sở cho thay đổi “doanh nghiệp”:** Trong trường hợp tăng trưởng sản xuất hữu cơ do đầu tư vào bộ phận mới, mở rộng công suất hoặc cải thiện việc sử dụng công suất, đường cơ sở sẽ không được điều chỉnh. Theo nghĩa tương tự, đường cơ sở sẽ không được điều chỉnh cho sự tăng trưởng âm của doanh nghiệp: Việc đóng cửa lò hoặc giảm sản lượng sẽ không dẫn đến thay đổi đường cơ sở.

10 Báo cáo

10.1 Tổng quan

Quan trắc và báo cáo phát thải KNK có nhiều mục tiêu, chẳng hạn như: quản lý nội bộ hoạt động môi trường, báo cáo môi trường cho công chúng, báo cáo cho các chương trình thuế, thỏa thuận tự nguyện hoặc đàm phán và mua bán phát thải. Các mục đích bổ sung có thể là đo điểm chuẩn hiệu suất và đánh giá vòng đời sản phẩm.

Tiêu chuẩn hiện tại đã được thiết kế như một công cụ linh hoạt để đáp ứng các mục đích báo cáo khác nhau này. Thông tin được cấu trúc theo cách có thể được tổng hợp và phân tách theo các phạm vi báo cáo khác nhau. Những ví dụ bao gồm:

- Báo cáo kiểm kê KNK quốc gia phải phù hợp với hướng dẫn của IPCC. Do đó, bản kê phải bao gồm tất cả các phát thải KNK trực tiếp, bao gồm cả KNK từ chất thải hóa thạch. CO₂ từ sinh khối nên được báo cáo theo dạng mục ghi chú.

- Việc báo cáo theo các chương trình đánh thuế và tuân thủ CO₂ sẽ có các yêu cầu báo cáo khác nhau, tùy thuộc vào các quy ước địa phương. Tiêu chuẩn hiện hành cho phép báo cáo tổng lượng phát thải ròng và lượng phát thải KNK gián tiếp, khi thích hợp.

Tiêu chuẩn hiện tại không xác định bất kỳ ngưỡng nào để loại trừ các nguồn phát thải “phi vật chất”. Trên thực tế, quyết định bao gồm hay loại trừ một số nguồn phát thải nhất định cũng sẽ phụ thuộc vào các yêu cầu của khung báo cáo tương ứng.

Ngoài ra, độ không đảm bảo tổng thể của kiểm kê KNK cũng cần được báo cáo, xem Điều 11 về đánh giá độ không đảm bảo.

10.2 Báo cáo môi trường doanh nghiệp

Mục tiêu của báo cáo môi trường tự nguyện là cung cấp cho người đọc một bức tranh đầy đủ chính xác về tác động môi trường của doanh nghiệp báo cáo. Điều này ngụ ý rằng báo cáo của các doanh nghiệp xi măng sẽ bao gồm tất cả các thành phần phát thải có liên quan:

- tổng lượng phát thải KNK trực tiếp của đơn vị báo cáo (nung, nhiên liệu lò nung truyền thống, nhiên liệu lò nung thay thế, nhiên liệu ngoài lò nung, với CO₂ sinh khối trong mục ghi chú);
- lượng phát thải ròng (nếu có), được tính từ tổng phát thải trừ đi lượng phát thải từ việc sử dụng nhiên liệu thay thế;
- phát thải KNK gián tiếp chính (tiêu thụ điện lưới và clanhke mua).

Báo cáo phải theo đơn vị tuyệt đối (Mt CO₂/năm) cũng như cụ thể (kg CO₂/t vật liệu cấu thành xi măng). Chỉ báo cáo lượng phát thải ròng, bỏ qua tổng lượng phát thải là không được chấp nhận.

Để được đầy đủ, báo cáo phải bao gồm lượng phát thải CO₂ (bao gồm cả lượng phát thải CO₂ gián tiếp từ việc tiêu thụ điện lưới và hạch toán cho việc phát điện tại chỗ của chính họ) từ các bước quy trình khác nhau.

Các yêu cầu bổ sung đối với báo cáo tự nguyện bao gồm:

- Phải nêu rõ khi nào các nguồn KNK được loại trừ khỏi kiểm kê. Để đạt được mục tiêu này, tiêu chuẩn này yêu cầu các doanh nghiệp nêu rõ ranh giới hệ thống kiểm kê của họ.
- Các doanh nghiệp phải trình bày rõ ràng rằng họ báo cáo theo tiêu chuẩn hiện hành và bất kỳ sai lệch trọng yếu nào so với tiêu chuẩn đó.

Bảng 11 — Ranh giới kiểm kê được đề xuất cho báo cáo KNK

n. a. = không áp dụng

Bước quy trình	Bắt buộc báo cáo CO ₂	Nhận xét
Cung cấp nguyên liệu (khai thác đá, khai thác mỏ, nghiền)	Có – trừ khi n. a.	Có thể yêu cầu hợp nhất phát thải của hai pháp nhân, nếu nguồn cung cấp nguyên liệu được ký hợp đồng. Xem 7.3 để biết chi tiết.
Chuẩn bị nguyên liệu, nhiên liệu, phụ gia	Có – trừ khi n. a.	--
Vận hành lò nung (xử lý nhiệt)	Có – trừ khi n. a.	--
Nghiền, trộn xi măng	Có – trừ khi n. a.	--
Vận chuyển tại chỗ (nội bộ)	Có – trừ khi n. a.	CO ₂ từ các phương tiện thuộc sở hữu (bao gồm cả phương tiện cho thuê, trừ chủ sở hữu-lái xe) sẽ được báo cáo. Nếu bên thứ ba vận chuyển: → n. a.
Vận chuyển ngoài công trường	Không	Báo cáo không bắt buộc. Nếu được báo cáo, hãy phân biệt CO ₂ trực tiếp (xe sở hữu, bao gồm cả xe thuê) với CO ₂ gián tiếp (xe của bên thứ ba)
Phát điện tại chỗ	Có – trừ khi n. a.	Cũng báo cáo CO ₂ nếu chỉ thỉnh thoảng hoạt động
Sưởi ấm/làm mát phòng	Có – trừ khi n. a.	--

10.3 Kỳ báo cáo

Báo cáo phát thải KNK có thể dựa trên năm dương lịch hoặc năm tài chính, nếu điều đó giúp giảm chi phí báo cáo. Từ góc độ KNK, không có vấn đề gì khi báo cáo dựa trên các năm tài chính, miễn là nó được thực hiện một cách nhất quán theo thời gian, không có khoảng cách hoặc chùng chéo. Những thay đổi trong năm báo cáo cần được thể hiện rõ ràng. Cần tính đến các quy định quốc gia.

10.4 Chỉ số hiệu suất

10.4.1 Tổng quan

Tiêu chuẩn này đưa ra các hướng dẫn để cung cấp cơ sở linh hoạt cho việc quan trắc và báo cáo phát thải KNK. Việc tính toán các thành phần phát thải riêng lẻ như mô tả ở trên khá đơn giản. Ngược lại, định nghĩa về tổng lượng phát thải và các chỉ số cụ thể phụ thuộc rất nhiều vào bối cảnh và mục đích báo cáo, chẳng hạn như: đầu vào cho kiểm kê quốc gia, chế độ tuân thủ KNK và mua bán phát thải, định chuẩn ngành, v.v. Ranh giới hệ thống cho báo cáo đó phụ thuộc phần lớn vào quy ước và yêu cầu thực tế, hơn là dựa trên lập luận khoa học.

Với nền tảng này, một phần về các chỉ số hiệu suất được bao gồm trong tiêu chuẩn hiện

TCVN xxxx-3:202x

hành. Nó chứa một số chỉ số được coi là hữu ích nhất trong bối cảnh môi trường chính sách và kinh doanh hiện tại cũng như các yêu cầu báo cáo liên quan. Nói chung, phần về các chỉ số hiệu suất được hình thành như một phương tiện linh hoạt, nơi các doanh nghiệp có thể giới thiệu các thông số bổ sung theo nhu cầu của họ, ví dụ như các tổng phát thải (phụ) khác nhau.

Một bản tóm tắt các định nghĩa của các chỉ số hiệu suất (KPIs) được trình bày trong Bảng 12.

10.4.2 Mẫu số cho phát thải cụ thể, dựa trên đơn vị

Từ quan điểm kinh doanh và phát triển bền vững, việc báo cáo hiệu quả KNK – lượng phát thải cụ thể hoặc dựa trên đơn vị – cũng quan trọng như việc báo cáo lượng phát thải tuyệt đối. Điều này đặt ra câu hỏi làm thế nào để xác định mẫu số của lượng phát thải cụ thể.

Ba mẫu số phù hợp trong ngành xi măng là:

- a) clanhke,
- b) xi măng (tương đương),
- c) các sản phẩm thành phần xi măng.

Mỗi loại trong ba mẫu số này đều có tầm quan trọng riêng đối với hiệu suất KNK liên quan đến các giai đoạn khác nhau của sản xuất xi măng.

a) Clanhke

Trong tiêu chuẩn này clanhke được đề cập đến là clanhke xám và trắng, được sử dụng để sản xuất xi măng xám và trắng. Sản xuất clanhke là nguồn CO₂ chính trong sản xuất xi măng.

b) Xi măng (tương đương)

Xi măng (tương đương) là giá trị sản xuất xi măng, được xác định từ clanhke sản xuất tại chỗ áp dụng hệ số clanhke/ xi măng cụ thể của nhà máy. Do đó, đây là sản xuất xi măng ảo với giả định rằng tất cả clanhke được sản xuất trong một nhà máy được tiêu thụ để sản xuất xi măng trong cùng một nhà máy và áp dụng hệ số clanhke/xi măng cụ thể của nhà máy thực.

c) Các sản phẩm từ thành phần xi măng

Các sản phẩm từ thành phần xi măng bao gồm tất cả clanhke được sản xuất bởi doanh nghiệp báo cáo để sản xuất xi măng hoặc bán clanhke trực tiếp, cộng với thạch cao, đá vôi, CKD⁸ và tất cả các thành phần xi măng khác ngoài clanhke được tiêu thụ để trộn, cộng với tất cả các phụ gia bê tông được xử lý tại nhà máy xi măng theo mục đích thay đổi tính chất của chúng. Do đó, mẫu số này là tổng của clanhke sản xuất tại chỗ và các phụ gia khoáng đã qua chế biến. Lưu ý rằng mẫu số loại trừ những thứ sau đây:

- 1) clanhke mua, sử dụng cho sản xuất xi măng;
- 2) xỉ hạt và tro bay từ các nhà máy nhiệt điện than, được lưu trữ hoặc bán cho doanh nghiệp khác mà không qua bất kỳ quá trình xử lý nào để thay đổi tính chất của chúng (ví dụ: nghiền hoặc xử lý nhiệt);

⁸ Bất kỳ khối lượng bụi nào rời khỏi hệ thống lò nung và cuối cùng được kết hợp trong các thành phần xi măng nên được đưa vào mẫu số. Các ví dụ bao gồm CKD được thêm vào nhà máy xi măng và bán trực tiếp CKD làm chất kết dính. Trong tiêu chuẩn, khối lượng bụi như vậy nên được tính là thành phần xi măng không phải clanhke dùng để pha trộn, hoặc được tính là phụ gia bê tông là phụ gia khoáng thuần (PGK thuần) được xử lý tại nhà máy. Ngược lại, bụi chôn lấp nên được loại trừ khỏi mẫu số.

3) khối lượng xi măng được giao dịch mà không qua xử lý.

Các doanh nghiệp sẽ tính toán mức phát thải cụ thể của họ như sau:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ cụ thể trên mỗi tấn xi măng (tđ.)} &= \frac{\text{phát thải CO}_2 \text{ trực tiếp từ sản xuất xi măng}}{\text{clanhke tự sản xuất}} \times \text{hệ số clanhke/xi măng} \\ &= \underbrace{\text{clanhke tự tiêu thụ} + \text{clanhke riêng bán trực tiếp}} \end{aligned}$$

Hình 8 — Tính toán lượng phát thải cụ thể

KNK cụ thể trên mỗi tấn xi măng (tương đương): Mẫu số dựa trên quá trình sản xuất clanhke, giả định rằng tất cả clanhke được sản xuất trong nhà máy được tiêu thụ để sản xuất xi măng tại chỗ. Xem 10.4.3.2 để biết định nghĩa về hệ số clanhke/xi măng (tđ.).

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ cụ thể trên mỗi tấn sản phẩm thành phần xi măng} &= \frac{\text{CO}_2 \text{ trực tiếp từ sản xuất xi măng}}{\underbrace{\text{clanhke tự tiêu thụ} + \text{clanhke riêng bán trực tiếp}} + \text{CKD \& thành phần xi măng khác ngoài clanhke (thạch cao, đá vôi,...) dùng để trộn} + \text{phụ gia bê tông (PGK thuần) xử lý tại nhà máy} + \cancel{\text{clanhke mua \& tiêu thụ}}} \\ &= \text{sản lượng clanhke riêng} \end{aligned}$$

Hình 9 — KNK cụ thể trên mỗi tấn sản phẩm thành phần xi măng

KNK cụ thể trên mỗi sản phẩm thành phần xi măng: Mẫu số dựa trên quá trình sản xuất clanhke, do đó clanhke bán ra được bao gồm và clanhke mua vào bị loại trừ, các thành phần xi măng khác ngoài clanhke và phụ gia bê tông được bao gồm. Xem 10.4.3.4 để biết hướng dẫn về thay đổi lượng clanhke.

10.4.3 Mẫu số của các chỉ số tỷ lệ khác

10.4.3.1 Tổng quan

Đối với các chỉ số tỷ lệ đã chọn không sử dụng KNK trong tử số, nên đưa clanhke đã mua vào và loại trừ clanhke đã bán ra khỏi mẫu số. Điều này áp dụng cho:

- tiêu hao điện năng cụ thể trên mỗi tấn thành phần xi măng, trong đó cần tính đến công đoạn nghiền clanhke mua về: xi măng (tương đương);
- hệ số clanhke/xi măng, mô tả tỷ lệ giữa tổng tiêu thụ clanhke và tổng sản lượng phụ gia xi măng hoặc bê tông: phụ gia xi măng và bê tông.

10.4.3.2 Hệ số clanhke/xi măng (tđ.)

Như mô tả trong 10.4.2, xi măng (tương đương) có thể được tính từ clanhke đã sản xuất chia cho hệ số clanhke/xi măng (tđ.), được định nghĩa là: Tổng clanhke tiêu thụ / (clanhke riêng tiêu thụ cộng với CKD, cộng với các thành phần xi măng khác ngoài clanhke tiêu thụ để trộn, cộng với clanhke mua và tiêu thụ).

Doanh nghiệp tính hệ số clanhke/xi măng (tương đương) như sau:

$$\begin{array}{l} \text{hệ số} \\ \text{clanhke/xi măng (tđ.)} \end{array} = \frac{\text{clanhke tiêu thụ}}{\text{clanhke tự tiêu thụ} + \text{clanhke riêng bán trực tiếp} + \text{CKD \& thành phần xi măng khác ngoài clanhke (thạch cao, đá vôi,...) dùng để trộn} + \text{phụ gia bê tông (PGK thuần) xử lý tại nhà} + \text{clanhke mua \& tiêu thụ}}$$

= sản lượng clanhke riêng

Hình 10 — Tính hệ số clanhke/xi măng (tương đương)

Hệ số này dựa trên mức tiêu thụ clanhke. Do đó, trong mẫu số clanhke bán ra bị loại trừ và clanhke mua vào được bao gồm. Phụ gia bê tông bị loại trừ.

Xem 10.4.3.4 để biết thêm hướng dẫn về thay đổi hàng trong kho.

10.4.3.3 Hệ số clanhke/sản phẩm từ thành phần xi măng

Các doanh nghiệp sẽ tính toán hệ số clanhke/sản phẩm từ thành phần xi măng như sau:

$$\begin{array}{l} \text{hệ số clanhke/} \\ \text{sản phẩm từ} \\ \text{thành phần xi} \\ \text{măng} \end{array} = \frac{\text{clanhke tiêu thụ}}{\text{clanhke tự tiêu thụ} + \text{clanhke riêng bán trực tiếp} + \text{CKD \& thành phần xi măng khác ngoài clanhke (thạch cao, đá vôi,...) dùng để trộn} + \text{phụ gia bê tông (PGK thuần) xử lý tại nhà} + \text{clanhke mua \& tiêu thụ}}$$

= sản lượng clanhke riêng

Hình 11 — Hệ số clanhke/sản phẩm thành phần xi măng

Hệ số này dựa trên mức tiêu thụ clanhke. Do đó, trong mẫu số clanhke bán ra bị loại trừ và clanhke mua vào được bao gồm. Thêm nữa, phụ gia bê tông được bao gồm.

Xem Phần 10.4.3.4 để biết hướng dẫn về thay đổi hàng trong kho.

10.4.3.4 Xử lý các thay đổi trong kho hàng và clanhke bán và mua

Phát thải KNK trực tiếp do sản xuất clanhke phải được báo cáo cho năm phát thải. Do đó, để tránh sai lệch, lượng phát thải cụ thể trên mỗi tấn sản phẩm từ thành phần xi măng nên dựa trên toàn bộ sản lượng clanhke của cùng một năm, bất kể clanhke sản xuất được tiêu thụ, bán hay lưu trữ.

Ngược lại, các chỉ số tỷ lệ khác như mức tiêu thụ điện cụ thể và hệ số clanhke/xi măng phải dựa trên lượng thực tế của clanhke (cộng với thạch cao và PGK) tiêu thụ, bất kể clanhke được sản xuất trong năm nay, lấy từ kho hay mua. Khi tính toán sản xuất clanhke từ tiêu thụ clanhke hoặc ngược lại, cần phải tính đến những thay đổi về dự trữ clanhke cũng như việc mua và bán clanhke (để hạch toán chuyển giao nguyên liệu, xem thêm 6.3.4).

10.4.3.5 Các chỉ số hiệu suất chính (KPIs)

Bảng 12 — Danh sách KPIs

KPI	Đơn vị	Nhận xét và định nghĩa
KNK trực tiếp hóa thạch (bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ)	[t CO ₂ /năm]	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu, nhiên liệu lò nung và nhiên liệu ngoài lò nung, bao gồm cả CO ₂ từ phát điện tại chỗ
Tổng phát thải (= KNK trực tiếp hóa thạch không bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ)	t CO ₂ / năm	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu, nhiên liệu lò nung và nhiên liệu ngoài lò nung, không bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ
<ul style="list-style-type: none"> • thành phần nung của tổng phát thải • thành phần nhiên liệu của tổng phát thải 	t CO ₂ / năm	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu
	t CO ₂ / năm	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nhiên liệu lò và nhiên liệu ngoài lò, không bao gồm CO ₂ từ công trường
Phát thải ròng (= tổng lượng phát thải trừ đi lượng phát thải từ nhiên liệu hóa thạch thay thế và hàm lượng phi sinh học của nhiên liệu hỗn hợp; không bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ)	t CO ₂ / năm	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu, nhiên liệu lò và nhiên liệu không dùng cho lò, không bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ, trừ phát thải từ nhiên liệu hóa thạch thay thế và hàm lượng nhiên liệu hỗn hợp phi sinh học
CO ₂ từ các nguồn sinh khối (bao gồm cả hàm lượng sinh khối của nhiên liệu hỗn hợp)	t CO ₂ / năm	
Tổng lượng phát thải cụ thể trên mỗi tấn clanhke được sản xuất	kg CO ₂ /t cli	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch, không bao gồm CO ₂ từ sản xuất điện tại chỗ, chia cho lượng clanhke tự sản xuất
<ul style="list-style-type: none"> • thành phần nung • thành phần nhiên liệu 	kg CO ₂ /t cli	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu, chia cho lượng clanhke tự sản xuất
	kg CO ₂ /t cli	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nhiên liệu lò và nhiên liệu ngoài lò, không bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ, chia cho lượng clanhke tự sản xuất
Lượng phát thải ròng cụ thể trên mỗi tấn clanhke được sản xuất	kg CO ₂ /t cli	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu, nhiên liệu lò và nhiên liệu ngoài lò, không bao gồm CO ₂ từ sản xuất điện tại chỗ, trừ phát thải từ nhiên liệu hóa thạch thay thế và hàm lượng nhiên liệu hỗn hợp phi sinh học, chia cho lượng clanhke tự sản xuất

Bảng 12 — (tiếp)

KPI	Đơn vị	Nhận xét và định nghĩa
Tổng lượng phát thải cụ thể trên mỗi tấn sản phẩm thành phần xi măng	kg CO ₂ /t sp x.măng	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch, không bao gồm CO ₂ từ sản xuất điện tại chỗ, chia cho các sản phẩm từ thành phần xi măng
• thành phần nung	kg CO ₂ /t sp x.măng	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu, chia cho các sản phẩm từ thành phần xi măng
• thành phần nhiên liệu	kg CO ₂ /t sp x.măng	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nhiên liệu lò và nhiên liệu ngoài lò, không bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ, chia cho các sản phẩm từ thành phần xi măng
Lượng phát thải ròng cụ thể trên mỗi tấn sản phẩm từ thành phần xi măng	kg CO ₂ /t sp x.măng	Phát thải KNK trực tiếp hóa thạch từ nguyên liệu, nhiên liệu lò và nhiên liệu ngoài lò, không bao gồm CO ₂ từ phát điện tại chỗ, trừ phát thải từ nhiên liệu hóa thạch thay thế và hàm lượng nhiên liệu hỗn hợp không sinh học, chia cho lượng sản phẩm thành phần xi măng tự sản xuất
Tỷ lệ cải thiện: Lượng phát thải ròng trên mỗi tấn sản phẩm từ thành phần xi măng so với năm cơ sở (ví dụ: 1990)	%	
Phát thải KNK gián tiếp qua năng lượng cụ thể từ phát điện bên ngoài:		
• trên mỗi tấn xi măng (tđ.)	kg CO ₂ /t x.măng tđ	
• trên mỗi tấn sản phẩm từ thành phần xi măng	kg CO ₂ /t sp x.măng	
Phát thải KNK gián tiếp khác cụ thể từ nhập khẩu ròng clanhke (+) / xuất khẩu (-) trên mỗi tấn sản phẩm từ thành phần xi măng	kg CO ₂ /t sp x.măng	
Clanhke thuần xuất ra trên lượng tiêu thụ clanhke thuần	%	Tỷ lệ clanhke bán trực tiếp so với clanhke tiêu thụ để sản xuất xi măng
Hệ số clanhke/xi măng (tđ.) ^a	%	Tính toán dựa trên tổng lượng clanhke tiêu thụ và tổng lượng xi măng Portland + Blended
Hệ số clanhke/sản phẩm từ thành phần xi măng ^b	%	Tổng clanhke tiêu thụ chia cho thành phần xi măng tiêu thụ (xi măng đã sản xuất) và phụ gia bê tông đã sản xuất (PGK thuần đã xử lý)
Nhiệt tiêu hao riêng của quá trình sản xuất clanhke	MJ/t cli	Tổng mức tiêu thụ nhiệt của lò nung chia cho sản lượng clanhke

Bảng 12 — (tiếp)

KPI	Đơn vị	Nhận xét và định nghĩa
<p>Suất tiêu hao nhiệt của sản xuất clanhke (nhiên liệu lò nung):</p> <ul style="list-style-type: none"> suất nhiên liệu hóa thạch truyền thống suất nhiên liệu hóa thạch thay thế suất nhiên liệu sinh khối 	<p>%</p> <p>%</p> <p>%</p>	<p>Tiêu thụ nhiệt của nhiên liệu hóa thạch truyền thống chia cho tổng tiêu thụ nhiệt của lò nung</p> <p>Tiêu thụ nhiệt của nhiên liệu hóa thạch thay thế chia cho tổng tiêu thụ nhiệt của lò nung</p> <p>Tiêu thụ nhiệt của nhiên liệu sinh khối, chất lỏng sinh học và hàm lượng sinh khối của nhiên liệu hỗn hợp chia cho tổng tiêu thụ nhiệt của lò nung</p>
Hệ số phát thải CO ₂ đối với hỗn hợp nhiên liệu lò	t CO ₂ /GJ	Tổng CO ₂ từ nhiên liệu lò hóa thạch chia cho tổng lượng nhiệt tiêu thụ của lò
<p>Tổng tỷ lệ năng lượng nhiên liệu ở cấp nhà máy (nhiên liệu lò và ngoài lò):</p> <ul style="list-style-type: none"> tỷ lệ nhiên liệu hóa thạch truyền thống tỷ lệ nhiên liệu hóa thạch thay thế tỷ lệ nhiên liệu sinh khối 	<p>%</p> <p>%</p> <p>%</p>	<p>Tổng năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch truyền thống được sử dụng trong toàn bộ nhà máy (nhiên liệu lò và ngoài lò) chia cho tổng năng lượng nhiên liệu</p> <p>Tổng năng lượng nhiên liệu hóa thạch thay thế được sử dụng trong toàn bộ nhà máy (nhiên liệu lò và ngoài lò) chia cho tổng năng lượng nhiên liệu</p> <p>Tổng năng lượng nhiên liệu sinh khối được sử dụng trong toàn bộ nhà máy (nhiên liệu lò và ngoài lò) chia cho tổng năng lượng nhiên liệu</p>
Tổng mức tiêu thụ điện năng cụ thể của nhà máy ^c	kWh/t phụ gia x.măng & b.tông	Tổng mức tiêu thụ điện của nhà máy chia cho thành phần xi măng tiêu thụ (xi măng đã sản xuất) và phụ gia bê tông (PGK thuần được xử lý và bán riêng)
Tiêu thụ điện năng cụ thể của sản xuất clanhke	kWh/t cli	Điện năng tiêu thụ lên đến và bao gồm cả sản lượng clanhke chia cho sản lượng clanhke
Tiêu thụ điện năng cụ thể của sản xuất xi măng ^c	kWh/t phụ gia x.măng & b.tông	Điện năng tiêu thụ của sản xuất xi măng bao gồm điện năng tiêu thụ của sản xuất clanhke tiêu thụ chia cho thành phần xi măng tiêu thụ (xi măng đã sản xuất) và phụ gia bê tông (PGK thuần được xử lý và bán)
Hệ số chuyển đổi năng lượng quốc gia để sản xuất điện của thống kê quốc gia	MJnhiệt/kWh	Tham số tùy chọn, ví dụ: từ thống kê quốc gia
Tổng cường độ năng lượng sản xuất clanhke (nhiên liệu và năng lượng)	MJ/t cli	Kết quả tùy chọn

Bảng 12 — (kết thúc)

	t = tấn; cli = clanhke
a	Hệ số clanhke/xi măng (tđ.): Xem 10.4.3.2 để xác định.
b	Hệ số clanhke/sản phẩm từ thành phần xi măng: Xem 10.4.3.3 để xác định.
c	Mức tiêu thụ điện năng cụ thể: Trong KPI này, mức tiêu thụ điện năng liên quan đến <u>quá trình xử lý</u> các thành phần xi măng (tiêu thụ) và phụ gia bê tông (PGK thuần được xử lý và bán riêng, nhưng không bao gồm clanhke xuất khẩu. Xem thêm Bảng 12.

Một số KPI được đề xuất theo kinh nghiệm từ việc sử dụng các chương trình báo cáo trước đây: Tổng lượng phát thải tuyệt đối không bao gồm lượng phát thải từ phát điện tại chỗ tính bằng tấn CO₂/năm.

11 Tính không đảm bảo của kiểm kê KNK

11.1 Giới thiệu về đánh giá độ không đảm bảo

11.1.1 Những cân nhắc cơ bản

Cho đến nay, các tiêu chuẩn để đo dòng khối lượng và các thông số của vật liệu cụ thể, mức tiêu thụ năng lượng hoặc bất kỳ nguồn phát thải nào khác bao gồm phân tích độ không đảm bảo, những tiêu chuẩn này nên được áp dụng.

Áp dụng phương pháp cân bằng khối lượng được mô tả để xác định phát thải KNK của ngành công nghiệp xi măng trong tiêu chuẩn này, quy trình phân tích độ không đảm bảo của các giá trị được đo hoặc tính toán cần được xem xét như mô tả trong các phần sau. Chúng được chỉ định trong các quy tắc chung của GUM [3].

Độ không đảm bảo tổng thể phụ thuộc vào độ không đảm bảo của các tham số khác nhau:

- Báo cáo lượng nhiên liệu hoặc khối lượng sản xuất;
- Phân tích các thông số thông thường như nhiệt trị;
- Tính đại diện của lấy mẫu.

Do tính chất khoa học của chúng, các tham số cần thiết để ước tính lượng phát thải KNK, chẳng hạn như dòng khối lượng nhiên liệu, nhiệt trị thấp và các hệ số phát thải, không phải là ước tính điểm chính xác, mà có cả độ không đảm bảo có thể được biểu thị dưới dạng phạm vi không chắc chắn hoặc khoảng tin cậy.

Độ không đảm bảo tổng hợp của ước tính phát thải cho một nhà máy hoặc doanh nghiệp sẽ phụ thuộc vào độ không đảm bảo riêng lẻ của các thông số cơ bản.

Việc định lượng độ không đảm bảo của tham số đòi hỏi phải có dữ liệu và quy trình. Kết quả là, các tuyên bố về độ không đảm bảo tổng hợp của các ước tính phát thải vốn đã không chắc chắn và thường liên quan đến một thành phần chủ quan⁹. Tuy nhiên, có những khuyến khích rõ ràng để đánh giá và giảm thiểu sự không đảm bảo:

- Các doanh nghiệp có thể cần xếp hạng các nguồn không đảm bảo trong kiểm kê của họ để xác định các khu vực ưu tiên cần tập trung vào khi cải thiện chất lượng kiểm kê;

⁹ Bên cạnh sự không đảm bảo của các tham số, còn có các nguồn sai số khác có thể góp phần vào sự không đảm bảo của ước tính lượng phát thải. Chúng bao gồm sự không đảm bảo của mô hình – tức là câu hỏi làm thế nào một mô hình toán học phản ánh chính xác một bối cảnh cụ thể – và sự không đảm bảo của khoa học, ví dụ như liên quan đến tiềm năng làm nóng toàn cầu [6] được sử dụng để tổng hợp các loại khí nhà kính khác nhau. Khi thiết kế tiêu chuẩn này, nó nhằm mục đích giảm sự không đảm bảo của mô hình vốn có trong kiểm kê của doanh nghiệp xi măng xuống mức tối thiểu. Mặt khác, giải quyết sự không đảm bảo về khoa học rõ ràng nằm ngoài phạm vi kiểm kê của doanh nghiệp.

- Một số chương trình báo cáo KNK, ví dụ như quy định quan trắc và báo cáo (MRR) [5] cho EU ETS, đặt ra các giới hạn định lượng cho độ không đảm bảo của các thông số chính được sử dụng để ước tính lượng phát thải từ các nhà máy xi măng;
- Bất cứ nơi nào giá trị tiền tệ được ấn định cho phát thải KNK, sự không đảm bảo trong ước tính phát thải có thể gây ra hậu quả tài chính.
- Với nền tảng này, người ta nhận thấy rằng sự không đảm bảo trong kiểm kê KNK là một thách thức dài hạn đáng được quan tâm.

Bảng 13 xác định các nguồn gây ra sự không đảm bảo đa phần là phù hợp nhất trong một doanh nghiệp xi măng, cùng với các biện pháp để giảm thiểu chúng.

Bảng 13 — Các nguyên nhân chính điển hình của sự không đảm bảo trong kiểm kê CO₂ của ngành xi măng và các biện pháp để giảm thiểu chúng

Thông số	Các biện pháp giảm thiểu độ không đảm bảo của thông số
Sản lượng clanhke (t/a)	Sử dụng các phương pháp ước tính thay thế để kiểm tra chéo khối lượng clanhke: Dựa trên mức tiêu thụ bột liệu và tỷ lệ bột liệu : clanhke Dựa trên sản xuất xi măng và tỷ lệ clanhke : xi măng, được điều chỉnh theo doanh số mua và bán clanhke và thay đổi trữ lượng clanhke Dựa trên cân clanhke trực tiếp (nếu có)
Lượng bột liệu tiêu thụ (t/a)*	Tính đến việc đếm hai lần bụi tuần hoàn bằng thiết bị cân
Hệ số phát thải nung (kg CO ₂ /t clanhke)	<ul style="list-style-type: none"> • Tính toán hệ số phát thải cụ thể của nhà máy dựa trên thành phần clanhke đo được (hàm lượng CaO- và MgO-), thay vì sử dụng hệ số mặc định • Tính đến việc bổ sung vật liệu nung vào lò thông qua xỉ, tro bay, v.v.
Hệ số phát thải nung * (kg CO ₂ /t bột liệu)	<ul style="list-style-type: none"> • Tính toán hệ số phát thải cụ thể của nhà máy dựa trên thành phần đo được của bột liệu (hàm lượng carbonat) • Tính đến sự thay đổi hàm lượng carbonat trong bột liệu theo thời gian (ví dụ: bổ sung nguyên liệu nung)
Tiêu thụ nhiên liệu (t/a)	Sử dụng các phương pháp thay thế để kiểm tra chéo mức tiêu thụ nhiên liệu: Căn cứ vào việc cân khi giao hàng, hoặc hóa đơn nhiên liệu; tính đến thay đổi trữ lượng Dựa trên các thiết bị cấp liệu (nếu có)
Nhiệt trị thấp hơn của nhiên liệu (GJ/t)	Đảm bảo rằng khối lượng nhiên liệu và nhiệt trị thấp dựa trên cùng độ ẩm

Bảng 13 — (kết thúc)

Thông số	Các biện pháp giảm thiểu độ không đảm bảo của thông số
Hệ số phát thải của nhiên liệu (kg CO ₂ /GJ)	<p>Nếu sử dụng hỗn hợp nhiên liệu (ví dụ: hỗn hợp than đá - than cốc), hãy phân tách và áp dụng các hệ số phát thải riêng lẻ hoặc áp dụng hệ số phát thải trọng số</p> <p>Nếu sử dụng các loại than cụ thể, hãy sử dụng các hệ số phát thải phù hợp</p> <p>Đo hệ số phát thải của nhiên liệu nếu hệ số mặc định được coi là không đại diện</p> <p>Tính đến carbon sinh khối trong, ví dụ, lốp xe đã qua sử dụng và mùn cưa ngâm tẩm</p> <p>Sử dụng dữ liệu phân tích cho hàm lượng sinh khối [14] trong các nhiên liệu thay thế hỗn hợp không đồng nhất như chất thải công nghiệp hoặc sinh hoạt đã qua xử lý, nếu có</p>
* Các thông số được đánh dấu hoa thị chỉ phù hợp nếu phương pháp dựa trên bột liệu được sử dụng để tính CO ₂ từ quá trình nung nguyên liệu.	

11.1.2 Ngưỡng trọng yếu

Các ngưỡng mức trọng yếu thường được áp dụng trong quá trình thẩm định độc lập kiểm kê KNK. Ví dụ: người thẩm định có thể áp dụng ngưỡng xác định trước là 5 % để xác định liệu một lỗi đơn lẻ hoặc lỗi tổng hợp trong kiểm kê có dẫn đến sai sót trọng yếu hay không. Mức độ của ngưỡng như vậy sẽ phụ thuộc vào mục đích sử dụng dữ liệu kiểm kê.

Ngưỡng trọng yếu không nên được hiểu là lượng phát thải cho phép mà một doanh nghiệp có thể loại bỏ khỏi kiểm kê của mình. Ví dụ, loại trừ tất cả các nguồn đóng góp ít hơn 1 % vào tổng lượng phát thải của một nhà máy xi măng sẽ đưa ra một sai lệch hệ thống không tương thích với nguyên tắc hướng dẫn là phải kiểm kê đầy đủ. Mặt khác, điều quan trọng là phải thừa nhận rằng các nguồn lực sẵn có của một doanh nghiệp để chuẩn bị kiểm kê KNK luôn bị hạn chế và các doanh nghiệp nên tập trung vào việc giảm sự không đảm bảo liên quan đến các nguồn phát thải chính của họ.

Với bối cảnh này, tiêu chuẩn hiện tại không xác định ngưỡng tối thiểu mà dưới ngưỡng đó nguồn phát thải được coi là “phi vật chất”. Thay vào đó, các doanh nghiệp được khuyến khích áp dụng các phương pháp đơn giản hóa để định lượng các nguồn CO₂ nhỏ của họ. Điều này áp dụng, ví dụ, đối với phát thải CO₂ từ carbon hữu cơ trong nguyên liệu.

Trong bối cảnh này, cần nhắc lại lý do tại sao tiêu chuẩn hiện tại không yêu cầu định lượng các nguồn phát thải KNK trực tiếp sau đây:

- Phát thải KNK từ việc vận chuyển nguyên liệu đầu vào và sản phẩm ra khỏi cơ sở thường nhỏ, nhưng cũng khó định lượng một cách nhất quán vì các hoạt động vận chuyển này thường do bên thứ ba thực hiện, xem Bảng 7 trong Điều 6;
- Phát thải KNK từ quá trình đốt cháy nước thải (xem 7.9), ngoài việc nhỏ, chỉ xảy ra ở tương đối ít nhà máy và carbon có thể từ các nguồn sinh khối, xem Bảng 7 trong Điều 6;
- Phát thải CH₄ và N₂O từ lò nung là không đáng kể – xem 7.10.

11.2 Độ không đảm bảo của dữ liệu hoạt động

11.2.1 Dụng cụ đo để xác định lượng nhiên liệu và vật liệu

Thông tin về độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo có thể được tìm thấy ở các nguồn khác nhau:

- giấy chứng nhận hiệu chuẩn dưới sự kiểm soát đo lường quốc gia (trong đó lỗi vận hành giới hạn độ không đảm bảo trong điều kiện vận hành bình thường),
- thông số kỹ thuật từ nhà sản xuất thiết bị và ước tính độ không đảm bảo bổ sung trong các điều kiện vận hành liên quan đến các ảnh hưởng liên quan, hoặc
- đánh giá độ không đảm bảo riêng lẻ trong các điều kiện vận hành (ví dụ: thông qua thử nghiệm thường xuyên và điều chỉnh cân),
- độ lệch của cân trong các điều kiện hoạt động thường có thể được xác định bằng cách so sánh với tham chiếu được đảm bảo, ví dụ: đo lường chính xác sự giảm trọng lượng của một silo tải trước, xác định dòng nguyên liệu bằng cách so sánh với hệ thống cân được đảm bảo, kiểm tra cân bằng cách sử dụng quả cân kiểm tra thích hợp, v.v.

Xem phần C.1 (phụ lục) để biết các tính toán ví dụ.

11.2.2 Độ không đảm bảo tổng hợp trong trường hợp cân bằng khối lượng

Nếu khối lượng hàng năm của nhiên liệu tiêu thụ hoặc sản lượng clanhke được xác định bằng cân bằng khối lượng, thì độ không đảm bảo tổng hợp cho dữ liệu hoạt động phải được tính toán thông qua lan truyền sai số có xem xét độ không đảm bảo khác nhau của từng tham số của cân bằng khối lượng theo độ không đảm bảo mở rộng của phương pháp cân/đo có liên quan. Ngoài ra, tính không đảm bảo của việc đo lường hoặc ước tính trữ lượng trong cộc, silo, bể chứa và các trữ lượng khác trong cân bằng khối lượng phải được xem xét.

Xem phần C.2 (phụ lục) để biết các tính toán ví dụ.

11.3 Độ không đảm bảo của các thông số nhiên liệu và vật liệu

11.3.1 Phân tích trong phòng thí nghiệm để xác định các thông số nhiên liệu và vật liệu

Độ không đảm bảo của các thông số phân tích nhiên liệu và vật liệu phụ thuộc chủ yếu vào:

- Phương pháp phân tích,
- Tần suất phân tích (có thể giảm độ không đảm bảo bằng cách tăng tần suất phân tích) và
- Lấy mẫu đại diện.

Ngoài ra, trình độ chuyên môn và kinh nghiệm của những người thực hiện phân tích cũng ảnh hưởng đến chất lượng của kết quả phân tích.

Xem C.3 để biết ví dụ tính toán độ không đảm bảo tổng hợp trong trường hợp các tham số kết hợp.

11.3.2 Độ không đảm bảo về tổng mức tiêu thụ nhiệt và lượng phát thải CO₂ của nhiên liệu

Việc đánh giá độ không đảm bảo theo các công thức có trong bảng tính của Giao thức CSI [1] dẫn đến độ không đảm bảo tương đối cao hơn đáng kể (10 %) đối với tổng mức tiêu thụ nhiệt trong bối cảnh phức tạp. Điều này do thực tế là tổng nhiệt được tính từ các thành phần riêng lẻ. Năng lượng của nhiên liệu thay thế hỗn hợp được tách biệt giữa phần hóa thạch và phần sinh học. Do đó, độ không đảm bảo của các thành phần năng lượng này phụ thuộc vào độ

TCVN xxxx-3:202x

không đảm bảo tương đối cao của phân nhiên liệu hỗn hợp sinh học. Tuy nhiên, sự khác biệt này không liên quan đến tổng lượng nhiệt. Do đó, độ không đảm bảo của tổng lượng tiêu thụ nhiệt của clanhke sẽ không được đánh giá từ các bộ phận riêng lẻ mà từ độ không đảm bảo liên quan của lượng nhiên liệu và giá trị gia nhiệt tương ứng của chúng.

Độ không đảm bảo của lượng phát thải CO₂ từ nhiên liệu trong hầu hết các trường hợp không phụ thuộc vào độ không đảm bảo của giá trị nhiệt, dù cách tính lượng phát thải thông thường bao gồm giá trị nhiệt như trong Giao thức CSI và được mô tả trong Quy định Báo cáo và Quan trắc của EU:

dữ liệu hoạt động x nhiệt trị thấp hơn x hệ số phát thải CO₂ x (1 - hàm lượng carbon sinh học)

Thông thường, hệ số phát thải CO₂ nhiệt đặc trưng của nhiên liệu được xác định từ phân tích tổng carbon và chia cho nhiệt trị thấp hơn. Trong trường hợp này và nếu các kết quả phân tích phù hợp được sử dụng, độ không đảm bảo của sản phẩm

nhiệt trị thấp hơn x hệ số phát thải CO₂

chỉ phụ thuộc vào độ không đảm bảo của việc lấy mẫu và phân tích tổng carbon (TC).

Để chuyển đổi kết quả phân tích TC thành hệ số phát thải CO₂, phải sử dụng hệ số chuyển đổi chính xác và duy nhất cho tỷ lệ mol CO₂/C, ví dụ: 3,664.

11.4 Độ không đảm bảo của các phép đo phát thải ống khói liên tục

Tham chiếu được thực hiện theo EN ISO 20988-1 [2]. Độ không đảm bảo tổng thể phụ thuộc vào độ không đảm bảo của các tham số khác nhau, ví dụ: đo lưu lượng thể tích và đo nồng độ. Đối với các phép đo phát thải ống khói (phương pháp dựa trên dữ liệu phát thải, ống khói) đạt được độ không đảm bảo từ 7 % đến 10 % trong các thử nghiệm hiện trường đối với tổng CO₂ bao gồm CO₂ từ carbon sinh học và carbon hóa thạch.

Các phép đo phát thải CO₂ của ống khói có độ không đảm bảo tương đối cao nhất trong các thử nghiệm thăm định.

Ảnh hưởng chính đến độ không đảm bảo của phương pháp phát thải ống khói là độ chính xác của việc hiệu chuẩn các thiết bị đo liên tục đối với vận tốc khí ống khói và dòng thể tích. Nó phụ thuộc rất nhiều vào độ không đảm bảo của phương pháp tham chiếu tiêu chuẩn được áp dụng (SRM).

Cần có các phương pháp bổ sung để xác định tỷ lệ phát thải CO₂ sinh học trong trường hợp sử dụng nhiên liệu hoặc vật liệu thay thế có hàm lượng carbon sinh học.

CHÚ THÍCH: Độ không đảm bảo là khoảng 5 % trong các điều kiện thí nghiệm thuận lợi và khi lượng phát thải CO₂ trực tiếp được xem xét, tức là lượng phát thải CO₂ của tổng lượng carbon mà không có sự khác biệt giữa hàm lượng carbon hóa thạch và carbon sinh học. Độ không đảm bảo khoảng 4 % đến 6 % của phép đo phát thải ống khói trong các thử nghiệm thăm định chủ yếu phụ thuộc vào độ không đảm bảo của phương pháp chuẩn tham chiếu (SRM) theo EN ISO 16911-1, được sử dụng để hiệu chuẩn và đảm bảo độ chính xác của phép đo dòng thể tích liên tục trong ống khói. Độ không đảm bảo được chỉ định đề cập đến việc hiệu chuẩn bằng các phép đo SRM 12 lần. Độ không đảm bảo của SRM dao động tới 8 % trong trường hợp vận tốc khí ống khói rất thấp. Việc thiếu độ chính xác của các phép đo dòng thể tích (dữ liệu hoạt động) có thể gây ra sự đánh giá thấp hoặc quá mức một cách có hệ thống về lượng phát thải CO₂ trực tiếp có cùng cường độ. Sự khác biệt có hệ thống từ +4 % đến +6 % đã được xác định trong các thử nghiệm thăm định và có khả năng do dòng khí xoáy trong ống khói gây ra và ảnh hưởng có hệ thống tương ứng đối với các phép đo vận tốc khí SRM.

11.5 Đánh giá độ không đảm bảo tổng thể của kiểm kê KNK

Để xác định độ không đảm bảo tổng thể của kiểm kê KNK, các độ không đảm bảo được đánh

giá trước liên quan đến dữ liệu và thông số hoạt động phải được tổng hợp theo luật lan truyền sai số.

11.6 Áp dụng các giá trị mặc định thay vì phân tích kết quả

Các tình huống khác nhau cho các loại nhiên liệu khác nhau:

- nhiên liệu tiêu chuẩn thương mại, v.d. dầu diesel,
- nhiên liệu thương mại, v.d. khí tự nhiên,
- nhiên liệu khác, v.d. lốp xe đã qua sử dụng hoặc chất thải công nghiệp hỗn hợp.

Chi phí và nỗ lực liên quan đến việc lấy mẫu lốp xe đã qua sử dụng và xử lý chúng ở chất lượng phù hợp để phân tích là rất cao. Việc lấy mẫu đại diện gần như không thể thực hiện được và rõ ràng là không khả thi theo cách thức được yêu cầu để đo đạc các loại nhiên liệu và vật liệu khác. Các phương pháp xử lý mẫu và phân tích được áp dụng rất tốn kém và có mức độ không đảm bảo cao đối với một kết quả riêng lẻ, điều này chỉ có thể được khắc phục bằng số lần lặp lại cao. Đồng thời, thành phần của lốp xe được xác định bởi các yêu cầu về vật liệu và chất lượng của chúng. Do đó, điều này rất được khuyến khích và có lẽ là giải pháp khả thi duy nhất là áp dụng các phương pháp dựa trên các tham số trung bình được tiêu chuẩn hóa. Cần tập trung vào việc hạch toán chính xác khối lượng lốp xe đã tiêu thụ. Hàm lượng nước và bùn trong lốp xe có khả năng ảnh hưởng đến độ chính xác của lượng lốp đã xác định, vì vậy cần đảm bảo rằng nếu cần hoặc không cần áp dụng hiệu chỉnh nào.

Kết quả của các thử nghiệm hiện trường chứng minh rằng các phương pháp A2 và B2 do CEN/TC 264/WG 33/SG 3 đề xuất có thể áp dụng tốt để xác định chính xác lượng phát thải CO₂ trong các nhà máy xi măng trong bối cảnh nhà máy phức tạp với tỷ lệ nguyên liệu và nhiên liệu thay thế đáng kể.

Các phương pháp đầu vào và đầu ra đơn giản A1 và B1 nói chung không thích hợp để báo cáo KNK trong bối cảnh nhà máy phức tạp. Tuy nhiên, những phương pháp đơn giản này có thể đóng vai trò là nguồn thông tin có giá trị để kiểm tra tính hợp lý của kết quả của các phương pháp cân bằng khối lượng chi tiết hơn là A2 và B2.

Hơn nữa, kinh nghiệm trong phòng thí nghiệm với nền bột liệu và clanhke là một yêu cầu thiết yếu để đảm bảo tính chính xác của kết quả. Vì các vật liệu và phân tích tương ứng như vậy thuộc về năng lực cốt lõi của hầu hết các phòng thí nghiệm nhà máy xi măng, nên các kết quả phân tích của phòng thí nghiệm nhà máy sẽ ít gặp vấn đề hơn về độ chính xác, chẳng hạn như đã được thẩm định trong cả bốn thử nghiệm được nộp.

Các quy trình của phòng thí nghiệm phải bao gồm các phép so sánh giữa các phòng thí nghiệm đối với nền vật liệu tương ứng, để đảm bảo độ chính xác và ngăn ngừa sai số hệ thống trong các kết quả được sử dụng cho báo cáo phát thải CO₂.”

Các thử nghiệm tại hiện trường cũng cho thấy rằng vì thế không nên sử dụng các phương pháp cân bằng khối lượng đơn giản (A1 và B1) và các giá trị mặc định cho phát thải quy trình khi

- Nguyên liệu/bột liệu chứa hàm lượng carbon hữu cơ đáng kể, hoặc
- Một phần đáng kể các nguyên liệu thay thế được sử dụng.

12 Cân nhắc khi áp dụng tiêu chuẩn này (quy trình thẩm định)

Đối với phương pháp A1 đến A2 và phương pháp B1 và B2, độ không đảm bảo tổng thể từ 1 % đến 5 % được kết luận trên cơ sở là các thử nghiệm hiện trường.

TCVN xxxx-3:202x

Văn bản mới: Phát thải KNK trực tiếp của các nhà máy xi măng gần như hoàn toàn là CO₂. Do đó các phương pháp cân bằng khối lượng đầu vào và đầu ra tính toán tổng hàm lượng carbon cũng như tất cả carbon bị oxy hóa (CO₂ và CO). Tổng số này bao gồm hơn 99,5 % lượng phát thải KNK trực tiếp. Như vậy, đóng góp của các phát thải KNK ngoài CO₂ khác được đánh giá là rất nhỏ. Sự đóng góp của KNK ngoài CO₂ chắc chắn thấp hơn mức không đảm bảo tổng thể có thể đạt được về phát thải KNK của các nhà máy xi măng ngay cả sau khi tính đến tiềm năng làm nóng toàn cầu cao hơn đáng kể của chúng.

Đối với các phương pháp dựa trên dữ liệu hoạt động (phương pháp cân bằng khối lượng đầu vào và đầu ra, A1, A2, B1 và B2), độ không đảm bảo tổng thể từ 1 % đến 5 % được kết luận.

CHÚ THÍCH: Các kết quả này tích hợp phép đo tất cả các dòng khối lượng có liên quan (dữ liệu hoạt động), nhiệt trị thấp (LHV), hệ số phát thải CO₂ (EF) và hàm lượng carbon sinh học (BioC).

Độ không đảm bảo tổng thể dưới 2 % được biểu thị cho các phương pháp cân bằng khối lượng chỉ bằng độ không đảm bảo của dữ liệu hoạt động.

Các phương pháp đầu vào và đầu ra chi tiết A2 và B2 có thể áp dụng tốt trong các bối cảnh nhà máy phức tạp với tỷ lệ nguyên liệu và nhiên liệu thay thế đáng kể. Kinh nghiệm trong phòng thí nghiệm với nền bột thô và clanhke là một yêu cầu thiết yếu để đảm bảo tính chính xác của kết quả. Việc phân tích các thông số phù hợp nhất là năng lực cốt lõi của hầu hết các phòng thí nghiệm tại các nhà máy xi măng.

Việc áp dụng các phương pháp đầu vào (A1, A2) yêu cầu kiểm soát thường xuyên độ chính xác của thang liệu cấp lò và kiểm tra chất lượng độc lập đối với kết quả đo thang liệu cấp lò để ngăn ngừa các lỗi hệ thống nghiêm trọng (ví dụ: dữ liệu hoạt động đầu vào so với đầu ra). Cân bằng khối lượng đầu vào chính xác còn yêu cầu xác định lượng bụi thu hồi và tái chế bụi (hiệu chỉnh lượng bụi thu hồi của liệu cấp lò).

Các điểm và phương pháp lấy mẫu đối với các vật liệu hỗn hợp và không đồng nhất phải được lựa chọn cẩn thận để đảm bảo các mẫu được trộn đều. Kết quả nên được kiểm tra tính hợp lý, ví dụ: bằng cách đánh giá cân bằng năng lượng và vật chất.

Thông thường, độ chính xác của phòng thí nghiệm có thể được kiểm tra một cách hiệu quả bằng cách so sánh thường xuyên giữa các phòng thí nghiệm ('thử nghiệm tuần hoàn') đối với các nền vật liệu có liên quan.

Cần chú ý đến độ ẩm của vật liệu và nhiên liệu và sự thay đổi của nhiên/vật liệu trong quá trình xử lý vật liệu và/hoặc trong quá trình xử lý mẫu phòng thí nghiệm. Cần có một bản ghi rõ ràng về tham chiếu khối lượng của dữ liệu hoạt động và các thông số vật liệu tương ứng. Bất kỳ hiệu chỉnh hoặc biến đổi nào của tham chiếu khối lượng phải được áp dụng một cách đặc biệt cẩn trọng.

Việc áp dụng bất kỳ loại phương pháp cân bằng khối lượng đầu vào hoặc đầu ra hoặc phương pháp phát thải ống khói nào phải bao gồm kiểm tra chất lượng độc lập đối với các phép đo, ví dụ: bằng cách so sánh hai loại phương pháp khác nhau này, để xác định và ngăn ngừa các lỗi hệ thống tiềm ẩn. So sánh dữ liệu hoạt động của cân bằng khối lượng đầu vào/đầu ra là một quy trình phổ biến trong các nhà máy xi măng, thường bao gồm việc xác định và kiểm soát thường xuyên hệ số bột liệu/clanhke.

Kết quả của bất kỳ phương pháp nào được thảo luận trong báo cáo này phải luôn được kiểm tra tính hợp lý dựa trên các chỉ số cụ thể của nhà máy và ngành cụ thể. Các chỉ số liên quan có thể phù hợp với tình hình nhà máy, ví dụ:

- So sánh lượng phát thải CO₂ trực tiếp của bất kỳ phương pháp đo lường phát thải đầu vào, đầu ra hoặc ống khói nào áp dụng,
- So sánh giữa bột liệu tiêu thụ và clanhke được sản xuất (dữ liệu hoạt động đầu vào so với đầu ra) và sự thay đổi của hệ số clanhke bột liệu,
- Tiêu thụ nhiệt cụ thể,
- Phát thải CO₂ trực tiếp cụ thể của quá trình nung,
- Phát thải CO₂ trực tiếp cụ thể của thành phần nhiên liệu (bao gồm phát thải CO₂ sinh học), v.v.

PHỤ LỤC A

(tham khảo)

Phát hiện từ các thử nghiệm hiện trường (sự giao thoa trong phân tích)

A.1 Phân tích trong phòng thí nghiệm và lựa chọn phương pháp thích hợp

Ở một trong bốn thử nghiệm thẩm định, dữ liệu phòng thí nghiệm bên ngoài cho thấy lỗi hệ thống tương ứng với -9 % lượng phát thải CO₂ từ quá trình nung nguyên liệu. Sự khác biệt này lớn hơn độ không đảm bảo quy định. Việc phân tích lại các mẫu liệu cấp lò nung và clanhke và hiệu chỉnh các kết quả có thể làm giảm sai số hệ thống đáng kể này trong thông số phân tích quan trọng nhất xuống -2,5 %. Sự khác biệt hệ thống còn lại là do việc lựa chọn các phương pháp phân tích khác nhau để đo calci oxide (CaO) và magnesi oxide (MgO): phân tích XRF so với chuẩn độ. Cả hai phương pháp đều có sự khác biệt lớn về độ không đảm bảo đo quy định (tương ứng khoảng 1 % so với >5 %). Hơn nữa, sự thống nhất chặt chẽ giữa các kết quả từ hai phòng thí nghiệm khác nhau đã cho thấy độ đảm bảo của kết quả phân tích XRF, thường được áp dụng trong hầu hết các phòng thí nghiệm của nhà máy xi măng để kiểm soát chất lượng sản phẩm thông thường - xem Bảng A.1.

Kết quả của thử nghiệm nhà máy thứ 2 cho thấy rằng các kết quả phân tích đạt được bằng phương pháp chuẩn độ đối với chất nền clanhke không đủ mạnh và chính xác để báo cáo phát thải. Quan trọng nhất là phải có đủ kinh nghiệm với nền mẫu cụ thể, quy trình đầy đủ để xử lý mẫu và các phương pháp phân tích hiệu quả. Các quy trình và phương pháp như vậy thường được thiết lập trong các phòng thí nghiệm của nhà máy xi măng với chuyên môn chính về nguyên liệu, clanhke và sản phẩm xi măng. Phân tích của phòng thí nghiệm bên ngoài phải dựa trên năng lực tương tự đối với các phương pháp và nền mẫu. Đối với các phòng thí nghiệm được công nhận, không chỉ thông số phân tích mà cả vật liệu hoặc nền mẫu tương ứng phải được bao gồm trong phạm vi công nhận.

Bảng A.1— Lỗi hệ thống được sửa bằng cách áp dụng các phương pháp phân tích và độ chính xác phù hợp

Clanhke	Ảnh hưởng của lỗi hệ thống đã sửa đổi với lượng phát thải CO ₂ trực tiếp	Thông số	Phương pháp phù hợp
Phân tích XRF cho CaO, MgO	2 %	EF CO ₂ clanhke	Đầu ra B2
Bột liệu / Liệu cấp lò			
Phân tích XRF cho CaO, MgO	1 %	Hiệu chỉnh EF CaO, MgO không carbonat, CO ₂ clanhke	Đầu ra B2
Phân tích CO ₂ carbonat			
Phân tích tổng carbon (TC)	8 %	EF CO ₂ bột liệu	Đầu vào A2
Phân tích tổng carbon hữu cơ (TOC)	2,4 %	Phát thải CO ₂ hữu cơ	Đầu ra B2
Phân tích mất khi nung (MKN)	2 %	EF CO ₂ bột liệu	Đầu vào A1, cũng như kiểm tra tính hợp lệ của A2, B2

Phân tích hàm lượng carbon sinh học trong bột động vật và bùn thải bằng phương pháp hòa tan chọn lọc (EN 15440) thường dẫn đến kết quả sai. Điều này đã được trải nghiệm trong các thử nghiệm thăm định (thử nghiệm tại hiện trường) khi tìm thấy kết quả phân tích về hàm lượng carbon sinh học khoảng 85 %. Việc đảm bảo nguồn gốc của bột động vật đã xác nhận rõ ràng nguồn gốc sinh học hoàn toàn và hàm lượng carbon sinh học là 100 %. Xác nhận như vậy từ nguồn nguyên liệu và thành phần nổi tiếng cũng được đề xuất như một phương pháp trong quy định báo cáo và quan trắc của EU, Điều 39 (2) [10].

A.2 Tỷ lệ nung bụi bypass và xác định hệ số phát thải của nó

Tỷ lệ nung của bụi bypass thông thường không thể được tính toán dựa trên các phép đo trực tiếp về mất khi nung (MKN). Bụi bypass chứa lượng muối cao hơn như clorua, cũng bị mất đi trong quá trình gia nhiệt. KCl và NaCl thường đóng góp khoảng 10 % vào tổng trọng lượng bị giảm. Do đó, MKN không phải là thước đo chính xác để ước tính tỷ lệ nung d của bụi bypass.

Ngoài ra, việc suy ra tỷ lệ nung d của bụi bypass từ việc so sánh hàm lượng carbonat CO_2 của bụi bypass với bột liệu chưa nung ban đầu cũng phức tạp. Một lần nữa, điều này là do sự tích tụ muối và sulfat trong bụi bypass, làm thay đổi tham chiếu khối lượng. Một sự khác biệt gần 20 % đã được xác định ở một trong các thử nghiệm hiện trường. Ở một số nhà máy, sự tích lũy này có thể lên tới 30% khối lượng bụi bypass. Cần hiệu chỉnh tham chiếu khối lượng để xác định chính xác lượng phát thải CO_2 của bụi bypass dựa trên phép đo hàm lượng CO_2 carbonat còn lại của nó so với hàm lượng CO_2 carbonat ban đầu của bột liệu tiêu thụ.

Hàm lượng CO_2 carbonat tối đa của bột liệu tiêu thụ có thể thu được từ việc đánh giá hàm lượng CaO và MgO của bụi bypass. Sau đó, người ta giả định rằng tất cả CaO và MgO đều có nguồn gốc từ CaCO_3 và MgCO_3 carbonat trong bột liệu để ước tính hàm lượng carbonat CO_2 tối đa. Đánh giá này tự động mang lại tham chiếu khối lượng chính xác để so sánh trực tiếp với hàm lượng CO_2 carbonat còn lại đo được của bụi bypass.

Để có độ chính xác cao hơn và nếu phù hợp, hàm lượng CO_2 carbonat tối đa này có thể được hiệu chỉnh theo hệ số đối với lượng CaO và MgO không có nguồn gốc từ carbonat.

Để đánh giá, hai phương pháp khác nhau để xác định hệ số phát thải CO_2 của bụi lọc (EF_{FD} từ mức độ nung d) và bụi bypass (EF_{BPD} từ hàm lượng CO_2 carbonat còn lại) được đề xuất trong 7.2. Xem xét lý thuyết của cả hai phương pháp, phương pháp thứ hai (EF_{BPD} từ hàm lượng CO_2 carbonat còn lại) được khuyến nghị áp dụng trong trường hợp tích tụ đáng kể một số hợp chất như muối trong bụi bypass.

Phương pháp đầu tiên đại diện cho một cách tiếp cận bảo thủ, thường có thể được áp dụng cho bụi từ bộ lọc chính. Đối với bụi bỏ qua (BPD), nó thường dẫn đến tăng hệ số phát thải CO_2 . Quy mô của việc đánh giá quá cao hệ số phát thải của bụi bypass (EF_{BPD}) sẽ phụ thuộc vào sự tích tụ của một số thành phần so với clanhke.

A.3 Tham chiếu chính xác các thông số về độ ẩm

Để báo cáo chính xác, cần đảm bảo rằng dữ liệu hoạt động và các tham số tương ứng được báo cáo với cùng tham chiếu khối lượng.

Điều này đặc biệt thích hợp với nhiên liệu và độ ẩm hàm chứa của chúng (xem thêm Tài liệu hướng dẫn CSI, trang 17 [1]). Báo cáo chính xác có thể đạt được, ví dụ: qua

- Dữ liệu hoạt động dưới dạng tấn vật liệu khô, sau khi hiệu chỉnh dữ liệu quy mô quy trình về độ ẩm và sử dụng LHV tương ứng trên mỗi vật liệu khô.
- Dữ liệu hoạt động dưới dạng tấn vật liệu ướt, ví dụ: được đo bằng thang quy trình và LHV

TCVN xxxx-3:202x

trên mỗi vật liệu ướt có cùng độ ẩm.

Trong cả hai trường hợp, độ ẩm phải được lấy mẫu và đo chính xác. Cần xử lý mẫu cẩn thận để bảo quản độ ẩm ban đầu. Việc xác định hàm lượng ẩm chỉ có thể được bỏ qua khi lượng tiêu thụ vật liệu được đo là vật liệu khô hoàn toàn, ví dụ: trong trường hợp tro bay hoặc than non đã nghiền và sấy khô.

Đặc biệt là cân bằng khối lượng đầu vào cho nguyên liệu, bột liệu và liệu cấp lò có thể được tính toán dễ dàng và chính xác hơn nhiều, nếu tất cả đóng góp của dòng khối lượng trước hết được chuyển đổi thành khối lượng khô bằng cách trừ đi độ ẩm riêng của chúng. Trong cân bằng khối lượng khô như vậy, các thông số vật liệu tương ứng như: mất khi nung (MKN) của các vật liệu khác nhau nên đề cập đến khối lượng khô.

Một số nhà máy xi măng đã quen áp dụng các hệ số hiệu chỉnh liên quan đến quy trình cụ thể cho kết quả đo. Ví dụ hiệu chỉnh năng lượng của các nhiệt trị thấp liên quan đến nhu cầu năng lượng cho sự bay hơi của hàm lượng nước trong nhiên liệu. Những hiệu chỉnh như vậy có thể thực tế để kiểm soát đầu vào nhiệt của quá trình khi trao đổi nhiên liệu. Tuy nhiên, chúng có thể gây ra lỗi đáng kể trong việc áp dụng các thông số vật liệu, nếu tham chiếu điều chỉnh không được nêu rõ ràng và chính xác. Do đó, việc áp dụng các loại hiệu chỉnh thông số như vậy không được khuyến nghị cho báo cáo phát thải CO₂.

A.4 Tóm tắt kết quả dòng khối lượng phát thải ống khói (bao gồm KNK ngoài CO₂)

Hàm lượng CO₂ của khí ống khói được phân tích theo ISO 12039 [16]. Việc đánh giá độ không đảm bảo được thực hiện theo quy trình được mô tả trong EN 15058 [15] (đối với CO) và cho thấy độ không đảm bảo trong khoảng từ 2,4 % đến 3,3 %. Nồng độ nhỏ của carbon monoxide (CO) đã được chuyển đổi bằng hệ số cân bằng hóa học và được xem xét trong lượng phát thải CO₂ trực tiếp từ ống khói. Sự đóng góp của lượng CO ít hơn 0,15 % lượng phát thải trực tiếp.

Trong tất cả các thử nghiệm tại hiện trường, phát thải methan (CH₄) và nitơ oxide (N₂O) được phát hiện trong ống khói lò nung ở giới hạn xác định dẫn đến độ không đảm bảo ước tính về nồng độ và lượng phát thải của chúng là 50 % hoặc cao hơn. Xem xét tiềm năng làm nóng toàn cầu cụ thể của chúng, hơn 99,5 % tổng lượng phát thải CO₂ tương đương bao gồm CO₂ và CO.

Tổng cộng sáu phép đo tại chỗ đối với KNK flo hóa được thực hiện trong hai thử nghiệm hiện trường cho thấy nồng độ SF₆, HFC và PFC luôn ở dưới giới hạn phát hiện. Kết quả này đáp ứng mong đợi, bởi vì không có nguồn nào được biết đến cho các loại khí này trong quá trình sản xuất xi măng.

A.5 Sự liên quan của KNK ngoài CO₂

Ngoài CO₂, các phát thải KNK khác có thể được tìm thấy trong phát thải của ngành công nghiệp xi măng. Quan trọng nhất là CH₄ (methan) và CO (carbon monoxide), nhưng cũng có một số thành phần khác đã được đề cập.

- a) Phát thải CO – Phát thải carbon monoxide (CO) hoàn toàn được tính bởi các phương pháp cân bằng khối lượng đầu vào và đầu ra (A1, A2, B1, B2), báo cáo lượng phát thải dựa trên phân tích hoặc suy ra từ tổng hàm lượng carbon (TC) của vật liệu. Điều này được xác nhận bởi các thử nghiệm nhà máy của bài thẩm định. Lượng CO đóng góp ít hơn 0,15 % lượng phát thải KNK trực tiếp, đã được bao gồm trong cân bằng khối lượng.

- b) Phát thải CH_4 – Phát thải methan (CH_4) trong ngành xi măng có thể bắt nguồn từ hàm lượng hữu cơ trong nguyên liệu. Do đó, độ lớn của chúng có khả năng do địa điểm và nguyên liệu cụ thể. Các giá trị tài liệu và kết quả của các thử nghiệm nhà máy của bài thẩm định cho thấy mức đóng góp tối đa vào tổng tiềm năng nóng lên toàn cầu là dưới 0,01 %.
- c) Phát thải N_2O – Giá trị tài liệu của phát thải nitơ oxide (N_2O) chỉ ra các giá trị đóng góp vào tổng lượng phát thải được biểu thị dưới dạng tiềm năng làm nóng toàn cầu từ 0,02 % đến 0,5 %. Giá trị thu được từ các phép đo trong thử nghiệm nhà máy là 0,4%.
- d) Phát thải KNK khác – Trong các thử nghiệm nhà máy của bài thẩm định, một số KNK không phải CO_2 khác đã đo được: lưu huỳnh hexaflorua (SF_6) và hydrocarbon flo hóa (PFC, HFC). Tổng cộng sáu phép đo tại chỗ đối với KNK flo hóa được thực hiện trong các thử nghiệm tại nhà máy cho thấy nồng độ SF_6 , HFC và PFC luôn ở dưới giới hạn phát hiện. Điều này được xác nhận bởi tài liệu.

Từ các thử nghiệm hiện trường và tài liệu, người ta kết luận [18] rằng phát thải KNK ngoài CO_2 nên được giả định là đóng góp không đáng kể vào tổng lượng phát thải KNK của các nhà máy xi măng. Từ các dữ liệu và tài liệu hiện tại, sự đóng góp của phát thải KNK ngoài CO_2 vào tiềm năng nóng lên toàn cầu được đánh giá nằm trong khoảng dưới 0,5 %. Thường thì mức đóng góp nên được kỳ vọng ở mức dưới 0,05%.

PHỤ LỤC B

(tham khảo)

Hệ số phát thải

B.1 Hệ số phát thải mặc định

Các hệ số tính toán làm giá trị mặc định phải phù hợp với yêu cầu của Tiêu chuẩn EN 19694-3 và sử dụng một trong các giá trị sau:

- Các hệ số tiêu chuẩn được Quốc gia Thành viên sử dụng để đệ trình kiểm kê quốc gia lên Ban thư ký của Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu;
- Các giá trị tài liệu đã được thống nhất với cơ quan có thẩm quyền, bao gồm các hệ số tiêu chuẩn do cơ quan có thẩm quyền công bố, đại diện cho các nguồn nhiên liệu bị phân tách nhiều hơn;
- Các giá trị được chỉ định và đảm bảo bởi nhà cung cấp vật liệu mà người vận hành có thể chứng minh rằng hàm lượng carbon thể hiện khoảng tin cậy 95 % không quá 1 %.

Các giá trị dựa trên các phân tích được thực hiện trong quá khứ, trong đó người vận hành có thể chứng minh rằng các giá trị đó là đại diện cho các lô tương lai của cùng một vật liệu.

B.2 Rút ra công thức tính hệ số phát thải của bụi lọc

Bụi lọc (FD) thường không được nung hoàn toàn. Hệ số phát thải CO₂ đối với FD có thể được lấy từ sự cân bằng khối lượng giữa FD, bột liệu và CO₂ được giải phóng:

$$FD = \text{Bột liệu} - CO_{2RM} \times d \quad (B.1)$$

Trong đó

<i>FD</i>	là lượng bụi lọc được tạo ra (t);
<i>Bột liệu</i>	đây là lượng bột liệu khô được tiêu thụ và chuyển đổi thành FD (t);
<i>CO_{2RM}</i>	là tổng lượng CO ₂ carbonat có trong bột liệu (t);
<i>d</i>	là tỷ lệ nung FD (CO ₂ giải phóng được biểu thị dưới dạng một phần của tổng CO ₂ carbonat trong bột liệu).

Hệ số phát thải CO₂ cho FD là:

$$EF_{FD} = \frac{CO_2 \times d}{FD} = \frac{CO_{2RM} \times d}{\text{Bột liệu} - CO_{2RM} \times d} \quad (B.2)$$

Trong đó

EF_{FD} là hệ số phát thải cho FD (t CO₂/t FD).

Vì CO_{2RM} tỷ lệ với lượng bột thô nên Công thức (B.2) có thể được viết lại thành:

$$EF_{FD} = \frac{fCO_{2RM} \times d}{1 - fCO_{2RM} \times d} \quad (B.3)$$

Trong đó

fCO_{2RM} là phần trọng lượng của CO₂ carbonat trong bột liệu (--).

Khi bột liệu được nung hoàn toàn ($d=1$), EF_{FD} trở thành hệ số phát thải cho clanhke:

$$EF_{C_{li}} = \frac{fCO_{2RM}}{1-fCO_{2RM}} \quad (B.4)$$

hoặc sắp xếp lại:

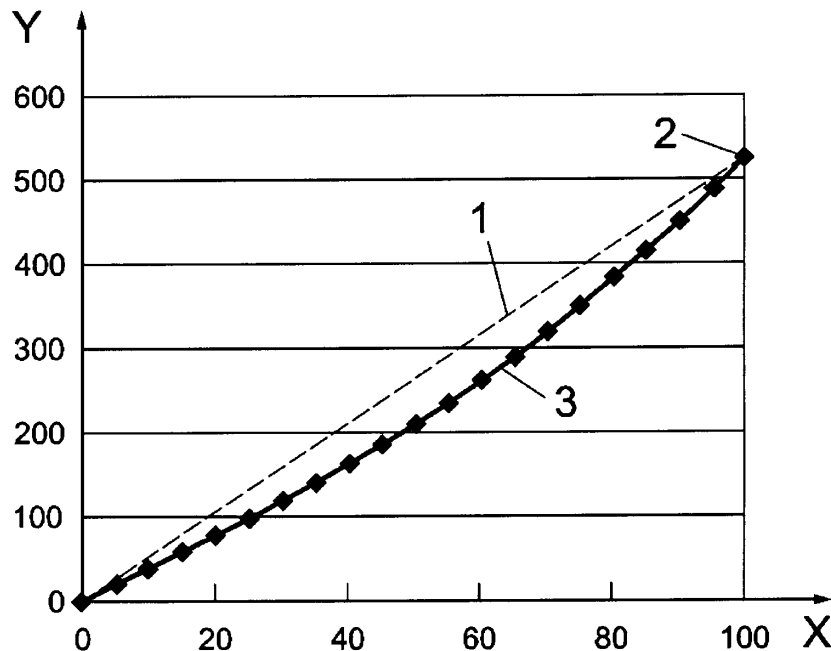
$$fCO_{2RM} = \frac{EF_{C_{li}}}{1+EF_{C_{li}}} \quad (B.5)$$

$EF_{C_{li}}$ là hệ số phát thải cho clanhke (t CO₂/t cli).

Với sự trợ giúp của Công thức (B.4), Công thức (B.5) có thể được biểu thị dưới dạng:

$$EF_{FD} = \frac{\frac{EF_{C_{li}}}{1+EF_{C_{li}}} \times d}{1 - \frac{EF_{C_{li}}}{1+EF_{C_{li}}} \times d} \quad (B.6)$$

Công thức (B.6) cho phép tính hệ số phát thải của FD dựa trên (i) hệ số phát thải của clanhke, và (ii) tỷ lệ nung của FD. Hình B.1 minh họa tác động của tỷ lệ nung. Đường chéo chỉ ra rằng giả định về sự phụ thuộc tuyến tính giữa tỷ lệ nung FD và hệ số phát thải FD dẫn đến đánh giá quá cao lượng phát thải lên tới 50 % (ở tỷ lệ nung thấp) hoặc lên tới 55 kg CO₂/t FD.



CHÚ DẪN

X	tỷ lệ nung CKD	1	đường chéo để so sánh
Y	hệ số phát thải cho CKD [kg CO ₂ /t CKD]	2	hệ số phát thải clanhke = 525 kg CO ₂ /t cli]
		3	hệ số phát thải CO ₂ CKD

Hình B.1 — Ảnh hưởng của tỷ lệ nung FD đến hệ số phát thải CO₂ đối với FD, sử dụng hệ số phát thải clanhke mặc định (525 kg CO₂/t cli) làm ví dụ

PHỤ LỤC C

(tham khảo)

Độ không đảm bảo của dữ liệu hoạt động

C.1 Dụng cụ đo để xác định lượng nhiên liệu và vật liệu

Bảng C.1 — Ví dụ: Đánh giá độ không đảm bảo riêng lẻ của cân quy trình đối với bột liệu

Ngày kiểm soát với cân kiểm tra	Độ lệch quan sát được
12 tháng 1 năm 2012	-1,3 %
11 tháng 4 năm 2012	+1,9 %
11 tháng 7 năm 2012	+3,4 %
10 tháng 10 năm 2012	-1,1 %

Để đánh giá độ không đảm bảo của cân, khoảng tin cậy 95 % phải được tính toán từ độ lệch của cân, được quan sát thấy trong quá trình bảo trì và kiểm soát thường xuyên với quả cân kiểm tra.

Độ lệch chuẩn:

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{(-1,3-0,725)^2 + (1,9-0,725)^2 + (3,4-0,725)^2 + (-1,1-0,725)^2}{4-1}} = 2,31 \quad (\text{C.1})$$

Trong đó

- x_j là các giá trị của độ lệch quan sát được;
- n là số lần sai lệch;
- \bar{x} là trung bình số học của độ lệch quan sát được với

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{(-1,3) + 1,9 + 3,4 + (-1,1)}{4} = 0,725 \quad (\text{C.2})$$

Tính toán khoảng tin cậy 95 % theo phân phối t:

$$\bar{x} + t_{\phi, \alpha} \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} = 0,725 \pm 3,182 \times \frac{2,31}{\sqrt{4}} = 0,725 \pm 3,68 \quad (\text{C.3})$$

Với bậc tự do $\Phi = n-1$ và xác suất sai sót $\alpha = 1 - p$, trong đó xác suất $p = 0,95$ trong trường hợp khoảng tin cậy 95 % và $\frac{s(x_i)}{\sqrt{n}}$ = độ không đảm bảo chuẩn (su hoặc sai số chuẩn, se).

Bởi vì khoảng tin cậy được tính toán từ độ lệch tỷ lệ tương đối quan sát được [%], nên độ không đảm bảo của cân ở đây được xác định là giá trị lớn nhất của các giá trị tuyệt đối của giới hạn trên và dưới của khoảng tin cậy 95 % ước tính. Điều này có nghĩa là lấy giá trị tuyệt đối cao hơn làm độ không đảm bảo mở rộng (sai số tối đa cho phép):

tối đa của tuyệt đối (đầu trên) $0,725 + 3,68 = 4,4 \%$

và tuyệt đối (đầu dưới) $= (0,725 - 3,68) \times (-1) = 3,0 \%$ → $U_{\text{cân}} = 4,4 \%$ (C.4)

Đối với một số lượng đáng kể các mẫu, độ không đảm bảo mở rộng U và khoảng tin cậy 95% có thể được ước tính bằng cách nhân độ không đảm bảo chuẩn với hệ số phủ k = 2 (thay vì $t_{\phi, \alpha}$). Trong bất kỳ trường hợp nào, **số lượng mẫu n** và **hệ số phủ k** phải được công bố cùng với bất kỳ ước tính nào về độ không đảm bảo đo mở rộng. Xem, ví dụ: Bảng C.2 và GUM [3], 3.3.7, trang 7 và G.6.6, trang 77. Ví dụ này có nghĩa là:

$$\bar{x} + k \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} [\%] = 0,725 \pm 2 \times \frac{2,31}{\sqrt{4}} = 0,725 \pm 2,31 \rightarrow U_{cân} = 3,0\% \quad (C.5)$$

Bảng C.2 — Xác định độ không đảm bảo đo mở rộng của cân với số quan sát tương ứng và hệ số phủ được áp dụng

Dụng cụ đo ứng dụng	Ước tính độ không đảm bảo mở rộng U [%]	k hoặc $t_{\phi, \alpha}$	n
Cân quy trình cho liệu cấp lò	3,0	2	4
Cân quy trình cho liệu cấp lò	4,4	3,182	4

C.2 Độ không đảm bảo tổng hợp trong trường hợp cân bằng khối lượng

Trong ví dụ sau, cân bằng khối lượng hoàn chỉnh được biểu thị dưới dạng tổng để tính toán ngược sản lượng clanhke từ việc bán xi măng có xét đến lượng dự trữ xi măng và clanhke. Trong tổng này đối với hàng tồn kho tính ngược theo hàng tồn kho ban đầu mang dấu âm (không sản xuất trong kỳ báo cáo) và hàng tồn kho cuối kỳ mang dấu dương. Độ không đảm bảo mở rộng tối đa là 5 % được giả định đối với lượng hàng tồn kho trong silo xi măng cũng như đối với cân bằng tải định lượng được sử dụng để sản xuất xi măng.

Bảng C.3 — Ví dụ: Độ không đảm bảo tổng hợp đối với lượng clanhke sản xuất được xác định bằng phép chiếu ngược từ lô xi măng

Nguồn gốc của độ không đảm bảo trong việc xác định sản lượng clanhke	Lượng [t]	Ước tính độ không đảm bảo mở rộng U [%]
<u>Doanh số xi măng</u> (xCS, được đo bằng cân xe tải dưới sự kiểm soát đo lường quốc gia):		
• PC40	175 000	1,0
• PCB40	120 000	1,0
<u>Trữ lượng xi măng:</u>		
• PC40 - silo a: kiểm kê ban đầu (x_{CSIIa})	- 15 000	5,0
• PC40 - silo a: kiểm kê cuối cùng (x_{CSFIa})	2 500	5,0
• PC40 - silo b: kiểm kê ban đầu (x_{CSIIb})	- 15 000	5,0
• PC40 - silo b: kiểm kê cuối cùng (x_{CSFIb})	2 500	5,0
• PCB40 - silo a: kiểm kê ban đầu (x_{CSIIa})	- 12 500	5,0
• PCB40 - silo a: kiểm kê cuối cùng (x_{CSFIa})	4 000	5,0
• PCB40 - silo b: kiểm kê ban đầu (x_{CSIIb})	- 12 500	5,0
• PCB40 - silo b: kiểm kê cuối cùng (x_{CSFIb})	1 000	5,0
<u>Sản xuất xi măng 1: PC40</u> (x_{PC40} , được tính toán từ cân bằng khối lượng dựa trên việc vận chuyển xi măng được đo bằng cân xe tải dưới sự kiểm soát đo lường và thay đổi trong kho)	tổng cần tính	độ không đảm bảo mở rộng tổng hợp cần tính

Bảng C.3 — (kết thúc)

Nguồn gốc của sự không đảm bảo trong việc xác định sản lượng clanhke	Lượng [t]	Ước tính độ không đảm bảo mở rộng U [%]
<u>Sản xuất xi măng 2: PCB40</u> (X_{PCB40} , được tính toán từ cân bằng khối lượng dựa trên việc vận chuyển xi măng được đo bằng cân xe tải dưới sự kiểm soát đo lường và thay đổi trong kho)	tổng cần tính	độ không đảm bảo mở rộng tổng hợp cần tính
<u>Tổng sản lượng xi măng</u> (X_{cemp})	tổng cần tính	độ không đảm bảo mở rộng tổng hợp cần tính
<u>Nghiên xi măng:</u>		
• Định lượng thạch cao với băng tải	- 7 500	5,0
• Định lượng xỉ bằng băng tải	- 22 100	5,0
• Định lượng CKD bằng băng tải	- 6 800	5,0
• Định lượng phụ gia bằng băng tải	- 100	5,0
• Định lượng anhydrite	- 3 500	5,0
<u>Lượng clanhke tiêu thụ</u> (X_{clik})	tổng cần tính	độ không đảm bảo mở rộng tổng hợp cần tính
<u>Trừ lượng clanhke:</u>		
• Tồn kho clanhke đầu kỳ ($X_{stockstart}$)	- 15 000	10,0
• Tồn kho clanhke cuối kỳ ($X_{stockend}$)	5 000	10,0
<u>Lượng clanhke sản xuất</u> (X_{clip})	tổng cần tính	độ không đảm bảo mở rộng tổng hợp cần tính

Bước 1: Tính toán sản lượng của từng loại xi măng và độ không đảm bảo đo tương ứng

Sản xuất xi măng 1:

$$X_{PC40} [t] = X_{cs} t + (- X_{CSFla} t) + X_{CSIIa} t + (- X_{CSFib} t) + X_{CSIIb} t = 150\,000 t \text{ PC40} \quad (C.6)$$

Sản xuất xi măng 2:

$$X_{PCB40} [t] = X_{cs} t + (- X_{CSFla} t) + X_{CSIIa} t + (- X_{CSFib} t) + X_{CSII} t = 100\,000 t \text{ PCB40} \quad (C.7)$$

Công thức lan truyền sai số sau đây có thể được áp dụng để ước tính độ không đảm bảo tương đối tổng hợp của một tổng, nếu tất cả các phép xác định tham số cân bằng khối lượng và độ không đảm bảo liên quan của chúng là độc lập:

$$U_{tổng} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \times x_i)^2}}{|\sum_{i=1}^n x_i|} \quad (C.8)$$

Trong đó

x_i là lượng tuyệt đối của dòng khối lượng hoặc vật liệu trong kho trong cân bằng khối lượng;

U_i là độ không đảm bảo mở rộng tương đối

Độ không đảm bảo tổng hợp của quá trình sản xuất từng loại xi măng trong trường hợp độ

không đảm bảo độc lập của tổng:

$$U_{x_{cempn}}[\%] = \frac{\sqrt{(U_{CS} \times x_{CS})^2 + (U_{CSFla} \times x_{CSFla})^2 + (U_{CSlla} \times x_{CSlla})^2 + \dots + (U_{CSFln} \times x_{CSFln})^2 + (U_{CSlln} \times x_{CSlln})^2}}{|x_{CS} + x_{CSFla} + x_{CSlla} + \dots + x_{CSFln} + x_{CSlln}|} \quad (C.9)$$

$$U_{PC40}[\%] = \frac{\sqrt{(1,0 \times 175000)^2 + (5,0 \times 15000)^2 + (5,0 \times 2500)^2 + (5,0 \times 15000)^2 + (5,0 \times 2500)^2}}{|175000 + (-15000) + 2500 + (-15000) + 2500|} = \frac{205400}{150000} = 1,37\% \quad (C.10)$$

$$U_{PCB40}[\%] = \frac{\sqrt{(1,0 \times 120000)^2 + (5,0 \times 12500)^2 + (5,0 \times 4000)^2 + (5,0 \times 12500)^2 + (5,0 \times 1000)^2}}{|120000 + (-12500) + 4000 + (-12500) + 1000|} = \frac{150500}{100000} = 1,51 \quad (C.11)$$

Bước 2: Tính toán độ không đảm bảo của tổng sản lượng xi măng

Tổng sản lượng xi măng: $x_{cemp} [t] = x_{cemp1} t + x_{cemp2} t = 150\,000 t + 100\,000 t = 250\,000 t$

Độ không đảm bảo tổng hợp của sản xuất xi măng trong trường hợp độ không đảm bảo độc lập của tổng:

$$U_{x_{cemp}}[\%] = \frac{\sqrt{(U_{cemp1} \times x_{cemp1})^2 + (U_{cemp2} \times x_{cemp2})^2 + \dots + (U_{cempn} \times x_{cempn})^2}}{|x_{cemp1} + x_{cemp2} + \dots + x_{cempn}|} \quad (C.12)$$

$$= \frac{\sqrt{(1,37 \times 150000)^2 + (1,51 \times 100000)^2}}{|150000 + 100000|} = \frac{255012}{250000} = 1,02\%$$

Bước 3: Tính toán độ không đảm bảo trong nghiền xi măng và lượng clanhke tiêu thụ và độ không đảm bảo đo tương ứng

Tiêu thụ clanhke:

$$x_{clic} [t] = x_{cemp} t + x_{cemg1} t + x_{cemg2} t + \dots + x_{cemgn} t \quad (C.13)$$

$$= 250\,000 t + (-7\,500 t) + (-22\,100 t) + (-6\,800 t) + (-100 t) + (-3\,500 t) = 210\,000 t$$

Độ không đảm bảo tổng hợp của lượng clanhke tiêu thụ trong trường hợp độ không đảm bảo độc lập của tổng:

$$U_{x_{clic}}[\%] = \frac{\sqrt{(U_{x_{cemp}} \times x_{cemp})^2 + (U_{x_{cemg1}} \times x_{cemg1})^2 + (U_{x_{cemg2}} \times x_{cemg2})^2 + \dots + (U_{x_{cemgn}} \times x_{cemgn})^2}}{|x_{cemp} + x_{cemg1} + x_{cemg2} + \dots + x_{cemgn}|} \quad (C.14)$$

$$= \frac{\sqrt{(1,02 \times 250000)^2 + (5,0 \times 7500)^2 + (5,0 \times 22100)^2 + (5,0 \times 6800)^2 + (5,0 \times 100)^2 + (5,0 \times 3500)^2}}{|250000 + (-7500) + (-22100) + (-6800) + (-100) + (-3500)|} = \frac{283027}{210000} = 1,35\%$$

Bước 4: Tính lượng clanhke sản xuất và độ không đảm bảo đo tương ứng

Sản xuất clanhke:

$$x_{clip} [t] = x_{clic} t + x_{stockend} t + (-x_{stockstart} t) = 210\,000 t + 5\,000 t + (-15\,000 t) = 200\,000 t \quad (C.15)$$

Độ không đảm bảo tổng hợp của quá trình sản xuất clanhke trong trường hợp độ không đảm bảo độc lập của tổng:

$$U_{x_{clip}}[\%] = \frac{\sqrt{(U_{x_{clic}} \times x_{clic})^2 + (U_{x_{stockend}} \times x_{stockend})^2 + (U_{x_{stockstart}} \times x_{stockstart})^2}}{|x_{clip} + x_{stockend} + x_{stockstart}|} \quad (C.16)$$

$$= \frac{\sqrt{(1,34 \times 210000)^2 + (10,0 \times 5000)^2 + (10,0 \times 15000)^2}}{|210000 + 5000 + (-15000)|} = \frac{323300}{200000} = 1,6\%$$

C.3 Độ không đảm bảo tổng hợp trong trường hợp tham số kết hợp

Việc xác định mất khi nung của ví dụ: đá vôi dựa trên sự khác biệt về khối lượng trước và sau quá trình nung trong phòng thí nghiệm. Đối với quy trình cân, cùng một cân bàn được sử dụng trong cùng điều kiện (hiệu chuẩn, nhiệt độ, v.v.), do đó độ không đảm bảo của kết quả cân không độc lập mà tương quan với nhau.

Bảng C.4 — Ví dụ: Độ không đảm bảo tổng hợp của mất khi nung (MKN)

Độ không đảm bảo của cân và trọng lượng mẫu	Giá trị
Độ không đảm bảo mở rộng tương đối của phép đo lần thứ nhất của cân bàn, U1	0,6 %
Độ không đảm bảo mở rộng tương đối của phép đo thứ 2 của cân bàn, U2	0,6 %
Khối lượng mẫu trước khi đốt, x1	1 g
Khối lượng mẫu sau khi đốt, x2	0,645 g

MKN được tính bằng cách trừ đi khối lượng mẫu trước và sau khi đốt:

$$x_1 - x_2 = 1 \text{ g} - 0,645 \text{ g} = 0,355 \text{ g}$$

Do đó, độ không đảm bảo đối với mất khi nung được tính theo công thức đối với độ không đảm bảo tương đối tương quan của một tổng:

(C.17)

$$U_{\text{tổng}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \times x_i)}}{|\sum_{i=1}^n x_i|}$$

Trong đó

x_i là trọng lượng tuyệt đối của mẫu;

U_i là độ không đảm bảo mở rộng tương đối

$$U_{\text{tổng}}[\%] = \frac{(U_1 \times x_1) + (U_2 \times x_2)}{|x_1 + x_2|} = \frac{(0,6 \times 1) + (0,6 \times 0,645)}{|1 + (-0,645)|} = \frac{0,987}{0,355} = 2,8\%$$

(C.18)

Trong đó

$U_{\text{tổng}}$ là tổng độ không đảm bảo tương đối của việc xác định mất khi nung tính bằng phần trăm;

$U_{1,2}$ là độ không đảm bảo mở rộng tương đối của phép đo khối lượng trước và sau quá trình đốt cháy tính bằng phần trăm;

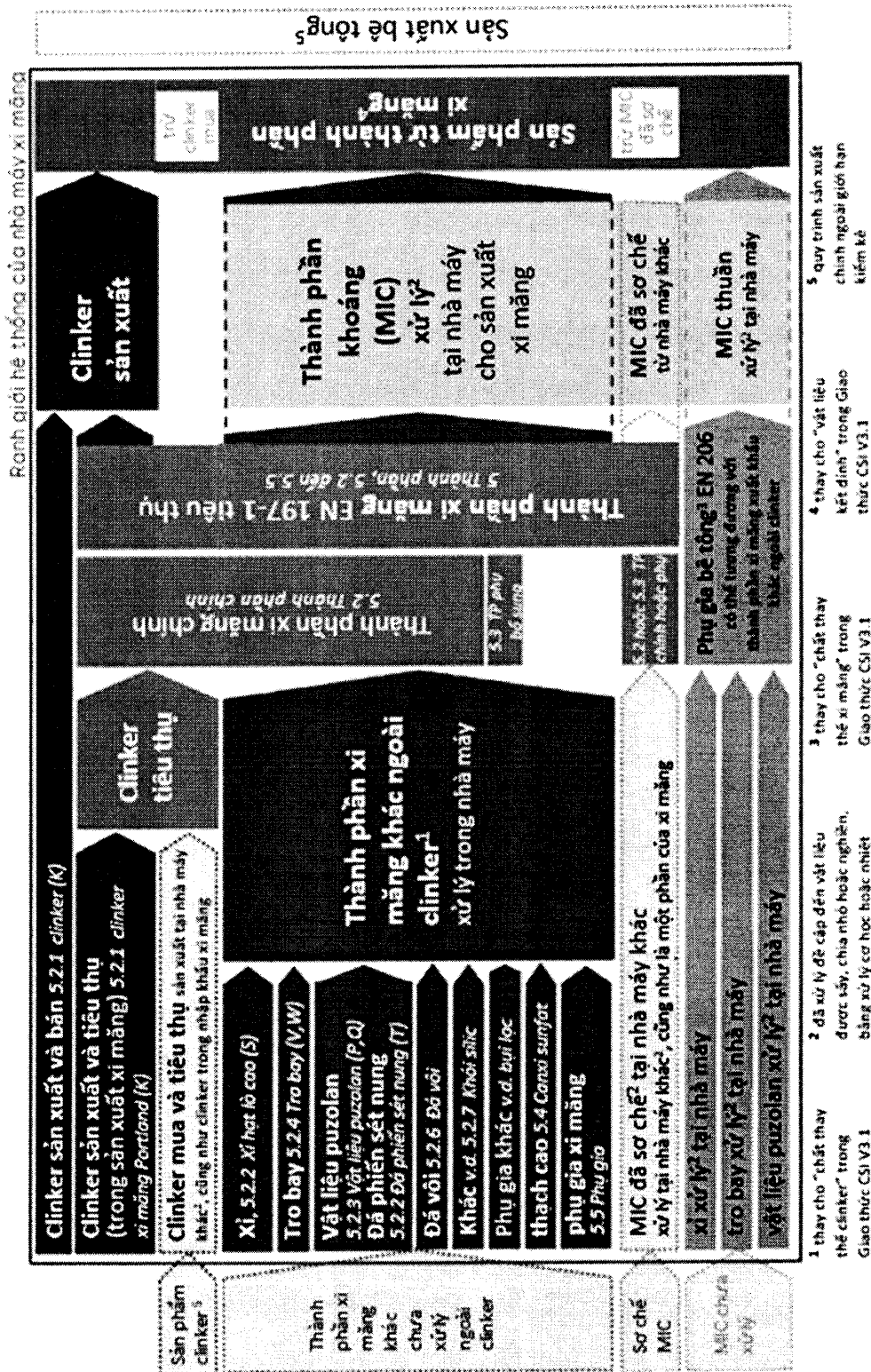
$x_{1,2}$ là khối lượng mẫu trước và sau khi đốt.

Độ không đảm bảo đối với các giá trị nhiệt cao là từ 1 đến 3 %. Xem xét độ ẩm và hàm lượng hydro để xác định các giá trị nhiệt thấp hơn, độ không đảm bảo theo thứ tự từ 1 đến 4 % được xác định trong các thử nghiệm tại hiện trường.

PHỤ LỤC D

(tham khảo)

Tổng quan về các thuật ngữ trong nhà máy xi măng



Hình D.1 — Lưu lượng kiểu mẫu và các thuật ngữ

	Thành phần xi măng	KPI Sản phẩm từ thành phần xi măng	Phụ gia bê tông	Thành phần khoáng	KPI Xi măng đl.*
Nhà máy A					
Clinker riêng	→ sản xuất tiêu thụ xi măng	X	--	--	X
Clinker riêng	→ sản xuất không tiêu thụ xuất đến B	—	--	—	—
Xi	→ xử lý tiêu thụ xi măng	X	--	X	X
Xi	→ xử lý không tiêu thụ xuất đến B	—	X	X	—
Nhà máy B					
Clinker nhập từ A	→ không sản xuất tiêu thụ xi măng	X	--	--	—
Xi nhập từ A	→ không xử lý tiêu thụ xi măng	X	--	X	X
Xi nhập từ A	→ không xử lý không tiêu thụ xuất	—	--	—	—

*xi măng đương lượng = $\frac{\text{clinker riêng}_{\text{sản xuất}}}{\text{clinker}} \times \frac{\text{xi măng}}{\text{xi măng}}$

với $\frac{\text{clinker}}{\text{xi măng}} = \frac{\text{clinker}_{\text{tiêu thụ}}}{\text{xi măng}_{\text{sản xuất}}} = \frac{\text{clinker riêng}_{\text{tiêu thụ}} + \text{clinker nhập}_{\text{tiêu thụ}}}{\text{thành phần xi măng}_{\text{tiêu thụ}}}$

Hình D.2 — Lưu lượng kiểu mẫu và các thuật ngữ

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] WBCSD/CSI AND WRI. "CO₂ and Energy Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry Version 3, <http://www.cement-co2-protocol.org>
- [2] ISO 20988, *Air quality — Guidelines for estimating measurement uncertainty*
- [3] ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*
- [4] IPCC. 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>
- [5] EU Commission Regulation No 601/2012 (21 June 2012): On the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council (Monitoring and reporting regulation, MRR)
- [6] "Act on promotion of global warming countermeasures", http://climatedatabase.eu/sites/default/files/jap_actonpromotionofglobalwarming.pdf
- [7] "Act on the Rational Use of Energy", <https://www.eccj.or.jp/law/revised/10aug2005.pdf>
- [8] Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community
- [9] WRI / WBCSD GHG Protocol, Guideline for Stationary Fuel Combustion, see www.ghgprotocol.org
- [10] WBCSD / CSI: Global Cement Database on CO₂ and Energy Information. "Getting the Numbers Right" (GNR), <http://www.wbcsdcement.org/GNR>
- [11] EN 196-2, *Method of testing cement - Part 2: Chemical analysis of cement*
- [12] EN 197-1, *Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements*
- [13] EN 206, *Concrete - Specification, performance, production and conformity*
- [14] EN 15440, *Solid recovered fuels - Methods for the determination of biomass content*
- [15] EN 15058, *Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of carbon monoxide (CO) - Reference method: Non-dispersive infrared spectrometry*
- [16] ISO 12039, *Stationary source emissions — Determination of carbon monoxide, carbon dioxide and oxygen — Performance characteristics and calibration of automated measuring systems*
- [17] Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading
- [18] RUPPERT J. Cement Industry GHG Verification, 1st to 4th Plant Tests: Verification of methods for determining Greenhouse Gas Emissions from the Cement Manufacturing Process; Final Report. Duesseldorf : European Cement Research Academy (ECRA), 2014 (Technical Report TR-ECRA 0010/2014/E)
- [19] WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). *Answer to the CEMBUREAU data query to the „Getting the Numbers Right“ (GNR) – to have the frequency distribution of specific process CO₂ emissions among grey clinker cement plants in the EU27 in the context of standardization under CEN TC 264 WG 33; GNR Queries*. WBCSD, Geneva, 2015
- [20] Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2022, Quyết định số 2626/QĐ-BTNMT: Công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê khí nhà kính

