

# Tài liệu hướng dẫn Sản xuất sạch hơn

Ngành: Luyện thép  
lò điện hồ quang

Phiên bản: 10.2008

## Cơ quan biên soạn



**Hợp phần Sản xuất sạch hơn  
trong công nghiệp**

Chương trình hợp tác phát triển  
Việt nam – Đan mạch về môi trường  
**BỘ CÔNG THƯƠNG**



**Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam**  
Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường  
Trường Đại học Bách khoa Hà nội  
**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

## Mục lục

|  |    |
|--|----|
| Mục lục.....   | 2  |
| Mở đầu.....  | 4  |
| 1 Giới thiệu chung.....  | 5  |
| 1.1 Mô tả ngành sản xuất thép.....                                   | 5  |
| 1.2 Quá trình sản xuất thép bằng lò điện hồ quang.....               | 7  |
| 1.2.1 Chuẩn bị liệu.....   | 7  |
| 1.2.2 Nạp liệu.....  | 8  |
| 1.2.3 Nấu chảy.....  | 8  |
| 1.2.4 Rót thép và ra xỉ.....   | 9  |
| 1.2.5 Tinh luyện.....  | 9  |
| 1.2.6 Đúc liên tục.....  | 9  |
| 2 Sử dụng tài nguyên, ô nhiễm môi trường và an toàn sản xuất.....    | 10 |
| 2.1 Tiêu thụ nguyên nhiên liệu.....                                  | 11 |
| 2.2 Các vấn đề môi trường và an toàn sản xuất.....                   | 12 |
| 2.2.1 Khí thải.....  | 12 |
| 2.2.2 Chất thải rắn.....   | 14 |
| 2.2.3 Nước thải.....   | 15 |
| 2.2.4 Tiếng ồn.....  | 16 |
| 2.2.5 Cháy nổ và an toàn trong sản xuất.....                         | 16 |
| 2.3 Tiềm năng của sản xuất sạch hơn.....                             | 16 |
| 3 Cơ hội sản xuất sạch hơn.....                                      | 17 |
| 3.1 Loại bỏ chất phi kim loại, bầm, chạt nhỏ nguyên liệu.....        | 17 |
| 3.2 Vận hành lò điện chế độ siêu cao công suất.....                  | 17 |
| 3.3 Làm nguội tường lò và nắp lò bằng nước.....                      | 17 |
| 3.4 Phun oxy-nhiên liệu và phun oxy.....                             | 18 |
| 3.5 Hệ thống ra thép ở đáy lò.....                                   | 18 |
| 3.6 Công nghệ xỉ bột.....  | 18 |
| 3.7 Tinh luyện lò thùng.....   | 18 |
| 3.8 Tự động hoá.....   | 18 |
| 3.9 Nung sơ bộ thép phế.....   | 19 |
| 3.10 Hệ thống nước làm nguội khép kín.....                           | 19 |
| 3.11 Sử dụng lại xỉ lò điện.....                                     | 20 |
| 3.12 Tái sử dụng bụi lò điện.....                                    | 20 |
| 3.13 Các giải pháp liên quan đến quản lý và xử lý môi trường.....    | 20 |
| 3.13.1 Các hệ thống thu gom phát tán hiện đại.....                   | 20 |
| 3.13.2 Giảm phát thải ô nhiễm hữu cơ.....                            | 21 |
| 3.13.3 Công nghệ cháy sau kết hợp với xử lý khói.....                | 22 |
| 3.13.4 Phun bột than cốc để xử lý khí thải.....                      | 22 |
| 4 Thực hiện sản xuất sạch hơn.....                                   | 23 |
| 4.1 Bước 1: Khởi động.....   | 23 |
| 4.1.1 Công việc 1: Thành lập nhóm đánh giá SXSH.....                 | 23 |
| 4.1.2 Công việc 2: Phân tích các công đoạn và xác định lãng phí..... | 27 |
| 4.2 Bước 2: Phân tích các công đoạn sản xuất.....                    | 32 |
| 4.2.1 Công việc 3: Chuẩn bị sơ đồ dây chuyền sản xuất.....           | 32 |
| 4.2.2 Công việc 4: Cân bằng vật liệu.....                            | 33 |
| 4.2.3 Công việc 5: Xác định chi phí của dòng thải.....               | 36 |
| 4.2.4 Công việc 6: Xác định các nguyên nhân của dòng thải.....       | 39 |
| 4.3 Bước 3: Đề ra các giải pháp SXSH.....                            | 41 |
| 4.3.1 Công việc 7: Đề xuất các cơ hội SXSH.....                      | 41 |
| 4.3.2 Công việc 8: Lựa chọn các cơ hội có thể thực hiện được.....    | 43 |
| 4.4 Bước 4: Chọn lựa các giải pháp SXSH.....                         | 45 |
| 4.4.1 Công việc 9: Phân tích tính khả thi về kỹ thuật.....           | 45 |
| 4.4.2 Công việc 10: Phân tích tính khả thi về mặt kinh tế.....       | 46 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.4.3 | Công việc 11: Đánh giá ảnh hưởng đến môi trường.....                   | 47 |
| 4.4.4 | Công việc 12: Lựa chọn các giải pháp thực hiện .....                   | 48 |
| 4.5   | Bước 5: Thực hiện các giải pháp SXSH .....                             | 48 |
| 4.5.1 | Công việc 13: Chuẩn bị thực hiện .....                                 | 49 |
| 4.5.2 | Công việc 14: Thực hiện các giải pháp .....                            | 49 |
| 4.5.3 | Công việc 15: Quan trắc và đánh giá các kết quả.....                   | 50 |
| 4.6   | Bước 6: Duy trì SXSH.....  | 50 |
| 4.6.1 | Công việc 16: Duy trì SXSH .....                                       | 51 |
| 4.6.2 | Các yếu tố bất lợi cho việc thực hiện SXSH.....                        | 51 |
| 4.6.3 | Các yếu tố thành công của chương trình SXSH .....                      | 52 |
| 5     | Xử lý môi trường.....  | 53 |
| 5.1   | Lọc bụi tĩnh điện.....   | 53 |
| 5.2   | Lọc bụi túi vải .....  | 54 |
| 5.3   | Cyclon .....   | 54 |
| 5.4   | Máy lọc khí ướt tinh (Fine Wet Scrubber) .....                         | 55 |
| 5.5   | Khử lưu huỳnh ướt.....   | 55 |
| 5.6   | Carbon hoạt tính tái sinh (Regenerative Activated carbon-RAC) .....    | 56 |
| 5.7   | Hoàn nguyên bằng chất xúc tác (Selective Catalytic Reduction-SCR) .... | 57 |

## Mở đầu

Theo định nghĩa của Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc (UNEP), sản xuất sạch hơn là việc áp dụng liên tục chiến lược phòng ngừa tổng hợp về môi trường vào các quá trình sản xuất, sản phẩm và dịch vụ nhằm nâng cao hiệu suất sinh thái và giảm thiểu rủi ro cho con người và môi trường.

Như vậy, sản xuất sạch hơn là tiếp cận giảm thiểu ô nhiễm tại nguồn thông qua việc sử dụng nguyên nhiên liệu có hiệu quả hơn. Việc áp dụng sản xuất sạch hơn không chỉ giúp các doanh nghiệp cắt giảm chi phí sản xuất, mà còn đóng góp vào việc cải thiện hiện trạng môi trường, qua đó giảm bớt chi phí xử lý môi trường.

Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn trong ngành sản xuất thép bằng lò điện hồ quang được biên soạn trong khuôn khổ hợp tác giữa Hợp phần sản xuất sạch hơn trong Công nghiệp (CPI), thuộc chương trình Hợp tác Việt nam Đan mạch về Môi trường (DCE), Bộ Công thương và Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam, thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, trường Đại học Bách khoa Hà nội. Tài liệu này được các chuyên gia chuyên ngành trong nước biên soạn nhằm cung cấp các kiến thức cơ bản cũng như các thông tin công nghệ nên tham khảo và trình tự triển khai áp dụng sản xuất sạch hơn.

Các chuyên gia chuyên ngành đã dành nỗ lực cao nhất để tổng hợp thông tin liên quan đến hiện trạng sản xuất của Việt nam, các vấn đề liên quan đến sản xuất và môi trường cũng như các thực hành tốt nhất có thể áp dụng được trong điều kiện nước ta.

Mặc dù Sản xuất sạch hơn được giới hạn trong việc thực hiện giảm thiểu ô nhiễm tại nguồn, tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn này cũng bao gồm thêm một chương về xử lý môi trường để các doanh nghiệp có thể tham khảo khi tích hợp sản xuất sạch hơn trong việc đáp ứng các tiêu chuẩn môi trường.

Hợp phần Sản xuất sạch hơn trong Công nghiệp và Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam xin chân thành cảm ơn sự đóng góp của TS. Nguyễn Văn Sura, các cán bộ của Công ty Cổ phần Tư vấn EPRO và đặc biệt là chính phủ Đan mạch, thông qua tổ chức DANIDA, và Chính phủ Thụy sĩ, thông qua Tổ chức Phát triển Công nghiệp Liên hợp quốc UNIDO đã hỗ trợ thực hiện tài liệu này.

Mọi ý kiến đóng góp, xây dựng tài liệu xin gửi về: Văn Phòng Hợp phần Sản xuất sạch hơn trong công nghiệp, email: [cpi-cde@vnn.vn](mailto:cpi-cde@vnn.vn) hoặc Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam, email: [vncpc@vncpc.org](mailto:vncpc@vncpc.org).

# 1 Giới thiệu chung

*Chương này cung cấp thông tin về tình hình sản xuất thép ở Việt Nam, xu hướng phát triển của thị trường, cũng như cũng như thông tin cơ bản về quy trình sản xuất.*

## 1.1 Mô tả ngành sản xuất thép

Gang thép giữ một vai trò rất quan trọng trong quá trình phát triển của nền văn minh nhân loại qua nhiều thiên niên kỷ do chúng được sử dụng rất rộng rãi trong các ngành nông nghiệp, xây dựng, sản xuất và phân phối năng lượng, chế tạo máy móc thiết bị, sản xuất hàng gia dụng và trong y học, trong an ninh quốc phòng ...

Cùng với than và giấy, gang thép là vật liệu cơ bản của cuộc cách mạng công nghiệp. Chính vì vậy, sản lượng thép trên thế giới đã tăng trưởng rất nhanh chóng, đặc biệt trong nửa sau của thế kỷ 20 đến nay, đạt 1.240 triệu tấn năm 2006.

Hiện nay, trên thế giới, thép được sản xuất bằng hai công nghệ chính :

- Công nghệ lò cao - lò chuyển thổi ô xy - đúc liên tục
- Công nghệ lò điện hồ quang - đúc liên tục

Ngoài hai công nghệ chính nêu trên, có hai công nghệ mới phát triển là

- Hoàn nguyên nấu chảy - luyện thép lò chuyển – đúc liên tục và
- Hoàn nguyên trực tiếp - luyện thép lò điện – đúc liên tục.

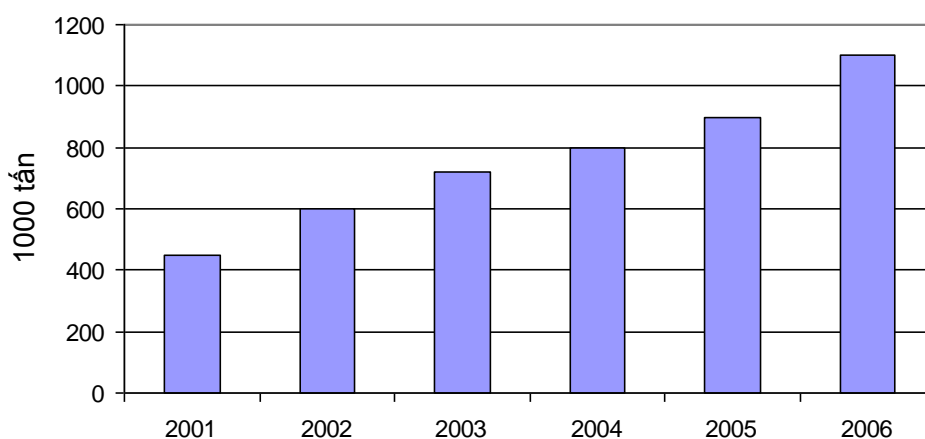
Tuy nhiên, hai công nghệ mới này mới triển khai ở một số nước như Ấn Độ, Iran, Venezuela ... Sản lượng của các công nghệ này còn rất nhỏ, chỉ chiếm khoảng 5% tổng sản lượng thép của thế giới (năm 2005 tổng sản lượng sắt hoàn nguyên nấu chảy và hoàn nguyên trực tiếp đạt 55,4 triệu tấn).

Ngành công nghiệp thép Việt Nam được bắt đầu từ năm 1959 bằng việc xây dựng Khu gang thép Thái Nguyên, nay là Công ty gang thép Thái Nguyên, do Cộng hòa nhân dân Trung Hoa giúp đỡ với công suất thiết kế 100.000 tấn/năm. Tiếp đó, nhà máy Luyện cán thép Gia Sàng cũng được khởi công xây dựng vào năm 1972 với sự giúp đỡ của CHDC Đức có công suất thiết kế 50.000 tấn/năm. Sau khi đất nước thống nhất năm 1975, Công ty Thép Miền nam đã tiếp quản các cơ sở luyện kim nhỏ của chế độ cũ để lại với tổng công

suất khoảng 80.000 tấn/năm. Từ năm 1992 trở lại đây, ngành thép Việt Nam đã được trang bị một loạt lò thùng tinh luyện và máy đúc liên tục đã làm cho chất lượng và năng suất thép thỏi được cải thiện rõ rệt. Từ năm 1994, một loạt các nhà máy liên doanh với nước ngoài được xây dựng và đi vào sản xuất. Sau đó nhiều nhà máy của các doanh nghiệp trong và ngoài quốc doanh ra đời. Ngành công nghiệp thép Việt Nam đã có thể sản xuất được thép tròn dài, thép hình nhỏ, thép ống hàn và bắt đầu sản xuất thép tấm cán nguội.

Các nhà máy sản xuất thép của nước ta hiện nay tập trung chủ yếu ở Miền Bắc và Miền Nam. Ở Miền Bắc trên các tỉnh Thái Nguyên, Hải Phòng, Hưng Yên, Bắc Ninh. Ở Miền Nam tại thành phố Hồ Chí Minh, Đồng Nai và Bà Rịa-Vũng Tàu. Trong tương lai, một số nhà máy luyện kim liên hợp sẽ được xây dựng ở Miền Trung như nhà máy luyện kim liên hợp 4,5 triệu tấn/năm ở Hà Tĩnh và Dung Quất, Quảng Ngãi.

Trong những năm gần đây ngành thép Việt Nam đã có tốc độ tăng trưởng cao, trên 18%/năm. Năm 2006 Việt nam đã sản xuất được 4.743.000 tấn thép bao gồm thép thanh, thép dây, thép hình nhỏ, thép tấm lá cán nguội, thép ống hàn và thép tấm mạ các loại, đáp ứng được gần 66% nhu cầu thép của đất nước. Sản lượng phôi thép năm 2006 đạt khoảng 1.100.000 tấn, đáp ứng được 33,4% nhu cầu phôi của cả nước. Sản lượng phôi thép của nước ta, theo số liệu của Hiệp hội thép Việt nam, trong những năm gần đây được nêu trong hình 1.



**Hình 1. Sản lượng thép phôi của Việt nam**

Tuy nhiên, sự phát triển của ngành công nghiệp thép Việt Nam vẫn đang mất cân đối giữa các khâu luyện gang, luyện thép và cán thép.

Ở Việt nam, phần lớn thép được sản xuất bằng công nghệ lò điện hồ quang – đúc liên tục. Ngành sản xuất thép của Việt nam bắt đầu bằng 2 lò mactanh 50

tấn/mẻ tại Công ty gang thép Thái Nguyên và 2 lò BOF 5 tấn/mẻ tại nhà máy Luyện cán thép Gia Sàng. Sau một số năm vận hành, Công ty đã chuyển sang lò điện hồ quang. Hiện tại, ngành thép Việt nam sử dụng 100% công nghệ lò điện. Điều này xuất phát từ điều kiện thiếu gang lỏng của nước ta. Gần đây nhiều nhà máy sản xuất phôi thép đã được xây dựng và đi vào hoạt động như Hoà Phát, Đình Vũ, Lương Tài, Vạn Lợi ...

Các lò điện sản xuất thép của Việt nam hiện rất nhỏ, trừ nhà máy thép Phú Mỹ được trang bị lò điện hồ quang kiểu DANARC 70 tấn/mẻ mới được đưa vào vận hành. Các lò điện này đã áp dụng một số tiến bộ kỹ thuật như phun ô xy và than vào tạo xỉ bọt, dùng biến thế siêu cao công suất, sử dụng các loại vật liệu chịu lửa siêu bền, ra thép đáy lệch tâm ...

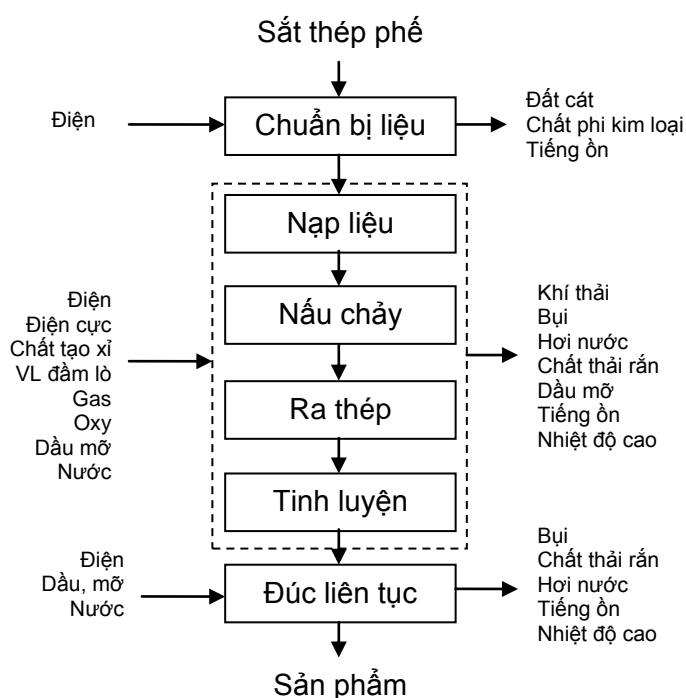
Trong thời gian tới, ngành thép sẽ có những lò chuyển thổi ô xy 25 T, 50 T và đặc biệt khi xây dựng các nhà máy luyện kim liên hợp sẽ có lò chuyển thổi ô xy 200 T. Lúc đó, trình độ công nghệ ngành luyện thép sẽ được nâng lên một tầm cao mới, đáp ứng được nhu cầu của công cuộc xây dựng đất nước và hội nhập kinh tế.

## 1.2 Quá trình sản xuất thép bằng lò điện hồ quang

Sản xuất thép trong lò điện hồ quang bao gồm các khâu chuẩn bị liệu, nạp liệu, nấu chảy, ra thép và xỉ, tinh luyện, thu gom xỉ và đúc liên tục. Sơ đồ hình 2 mô tả tóm tắt các công đoạn cơ bản trong quy trình sản xuất thép bằng lò điện.

### 1.2.1 Chuẩn bị liệu

Nguyên liệu cho luyện thép lò điện là sắt thép phế, sắt xộp và gần đây ở một số nước như Trung Quốc, Ấn Độ và cả Việt Nam đã sử dụng một lượng gang lỏng tới 50-60%. Sắt thép phế được tập trung tại bãi chứa liệu. Tại đây liệu được xử lý như phân loại, cắt, băm thành các kích thước theo quy định. Các tạp chất như đất cát, nhựa, gỗ và các chất gây cháy nổ như vũ khí cũ các loại được loại bỏ hoặc cắt làm thoáng các ống kín... Sau khi xử lý, liệu được chất vào các thùng chứa liệu rồi vận chuyển đến vị trí quy định của xưởng luyện.



Hình 2. Quy trình sản xuất thép lò điện hồ quang

Trong một số trường hợp nguyên liệu được gia nhiệt trong quá trình vận chuyển (trong thùng chứa liệu hoặc trên băng tải) bằng nhiệt tuần hoàn hoặc trong lò điện. Một số loại lò điện có hệ thống sấy liệu bằng nhiệt của khí thải như lò kiểu lò đứng (shaft furnace) hoặc consteel. Tuy nhiên việc gia nhiệt liệu có thể dẫn đến sinh ra lượng khí thải gồm các chất độc hữu cơ chứa halogen như polychlorin dibenzo-p-dioxin furan (PCDD/F), polychlorin biphenil (PCB), polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)... cao hơn và cần thêm chi phí xử lý.

Việc kiểm tra các đồng vị phóng xạ trong nguyên liệu là rất quan trọng.

Các nguyên liệu khác như chất tạo xỉ ở dạng cục hay bột (vôi, bột carbon), chất hợp kim hóa, hợp kim phero, các chất khử ôxy và vật liệu chịu lửa phải được lưu trữ, bảo quản trong các thùng hay boongke có mái che. Các vật liệu dạng bột cần được chứa trong xilo kín.

### 1.2.2 Nạp liệu

Sắt thép vụn cùng với chất trợ dung như vôi, dolomit được chất vào thùng chứa liệu. Khi nạp liệu, các điện cực được nâng lên cao, nắp lò được xoay sang một bên để chất liệu từ thùng chứa liệu vào lò. Thông thường lần đầu chất 50-60% liệu cho cả mẻ. Sau đó nắp lò đóng lại, điện cực từ từ hạ xuống tới khoảng cách 20-30 mm tới liệu thì bắt đầu đánh hồ quang. Sau khi liệu đầu nóng chảy thì chất phần liệu còn lại vào lò.

### 1.2.3 Nấu chảy

Khi bắt đầu quá trình nấu chảy cần lưu ý sử dụng công suất điện thấp để phòng ngừa sự phá hủy tường lò và nắp lò do bức xạ nhiệt. Khi hồ quang bị bao che bởi sắt thép phế xung quanh thì có thể nâng công suất điện cho đến khi nấu chảy hoàn toàn. Các vòi phun oxy ngày nay cũng được sử dụng để cường hóa quá trình nấu luyện.

Ngoài điện, quá trình nấu chảy còn sử dụng nhiên liệu là khí thiên nhiên và dầu nhằm rút ngắn quá trình nấu luyện. Oxi có thể được phun vào thép lỏng bằng những vòi phun đặc biệt ở dưới hoặc từ hông lò.

Oxi trong luyện thép lò điện hồ quang được sử dụng ngày càng nhiều từ 30 năm nay không chỉ vì lý do luyện kim mà còn do yêu cầu tăng năng suất. Việc sử dụng oxi có thể từ bình oxi lỏng hoặc từ trạm sản xuất oxi. Về luyện kim, oxi được dùng để khử cacbon của thép lỏng và khử các chất không mong muốn như P, Mn, Si, S. Hơn nữa, oxi còn phản ứng với cacbua hydro tạo nên các phản ứng tỏa nhiệt, hỗ trợ cường hóa.

Cần lưu ý việc thổi oxi có thể tăng khí và khói lò. Khí CO, CO<sub>2</sub>, hạt oxit sắt cực mịn và các sản phẩm khói khác có thể được tạo thành. Trong trường hợp cháy sau (post composting), hàm lượng CO là dưới 0.5% thể tích. Argon và các khí trơ khác có thể được phun vào trong thép lỏng để khuấy đảo bề thép làm đồng đều thành phần hóa học và nhiệt độ của thép.



#### 1.2.4 Rót thép và ra xỉ

Khi thép lỏng đạt yêu cầu thì cần tháo xỉ trước khi rót thép vào thùng để đưa sang lò tinh luyện. Lò được nghiêng về phía cửa tháo xỉ để xỉ chảy vào thùng xỉ. Sau đó thép lỏng được rót vào thùng chứa thép. Hiện nay thường áp dụng công nghệ ra thép ở đáy lệch tâm (Eccentric Bottom Tapping-EBT) với lượng xỉ phủ trên bề mặt của thùng thép lỏng là ít nhất.

Trong các nhà máy không có các thiết bị tinh luyện riêng thì các nguyên tố hợp kim được cho vào thép trước hoặc trong khi ra thép. Các chất cho thêm như vậy cũng làm tăng lượng khói trong quá trình ra thép.

Xỉ cần được vớt ra trong quá trình nóng chảy và oxi hóa ở cuối mẻ luyện, trước khi ra thép.

#### 1.2.5 Tinh luyện

Tinh luyện thép thông thường được tiến hành trong lò thùng (Ladle Furnace-LF) sau khi thép được lấy ra từ lò điện hồ quang. Trong lò thùng, bề thép lỏng được nâng nhiệt bằng hồ quang điện và đồng đều hoá nhiệt độ cũng như thành phần hoá học bằng cách thổi khí argon. Việc thổi khí argon còn có tác dụng khử sâu các tạp chất khí và tạp chất phi kim loại. Ngoài ra còn bón dây nhôm và CaSi vào để khử sâu lưu huỳnh, ôxy.

#### 1.2.6 Đúc liên tục

Hiện nay, trên 90% sản lượng thép sản xuất trên toàn thế giới được đúc liên tục do công nghệ này cải thiện được năng suất và chất lượng của phôi thép.

Thép lỏng sau khi tinh luyện được rót vào thùng trung gian (tundish) của máy đúc liên tục để đúc thành thép phôi vuông (billet), phôi dẹt (slab) ... qua hệ thống hộp kết tinh bằng đồng được làm nguội bằng nước. Tốc độ làm nguội cần được kiểm tra chặt chẽ để đảm bảo chất lượng của phôi thép.

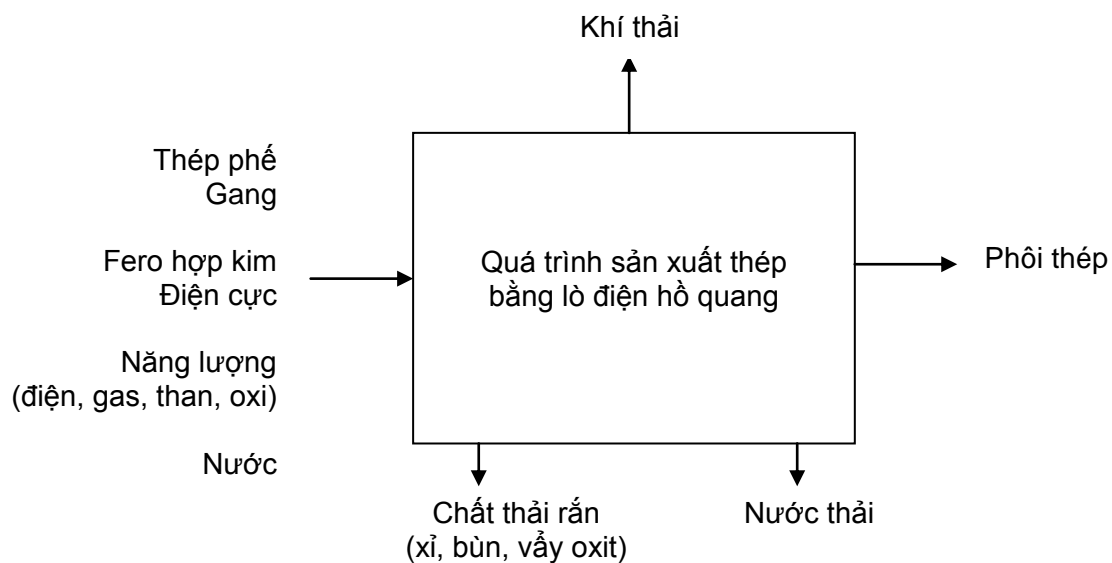
Để phôi thép không bám dính vào thành hộp kết tinh, người ta áp dụng cơ cấu rung theo hướng đúc và bôi trơn hộp bằng dầu thực vật. Khi ra khỏi hộp kết tinh, phôi thép được kéo ra liên tục và làm nguội bằng hệ thống giàn phun. Sau khi được làm nguội, phôi thép được cắt theo chiều dài yêu cầu bằng máy cắt ngọn lửa.

## 2 Sử dụng tài nguyên, ô nhiễm môi trường và an toàn sản xuất

*Chương này cung cấp thông tin đặc thù về tiêu thụ nguyên, nhiên, vật liệu và tác động của quá trình sản xuất đến môi trường, cũng như tiềm năng áp dụng SXSH trong ngành sản xuất thép*

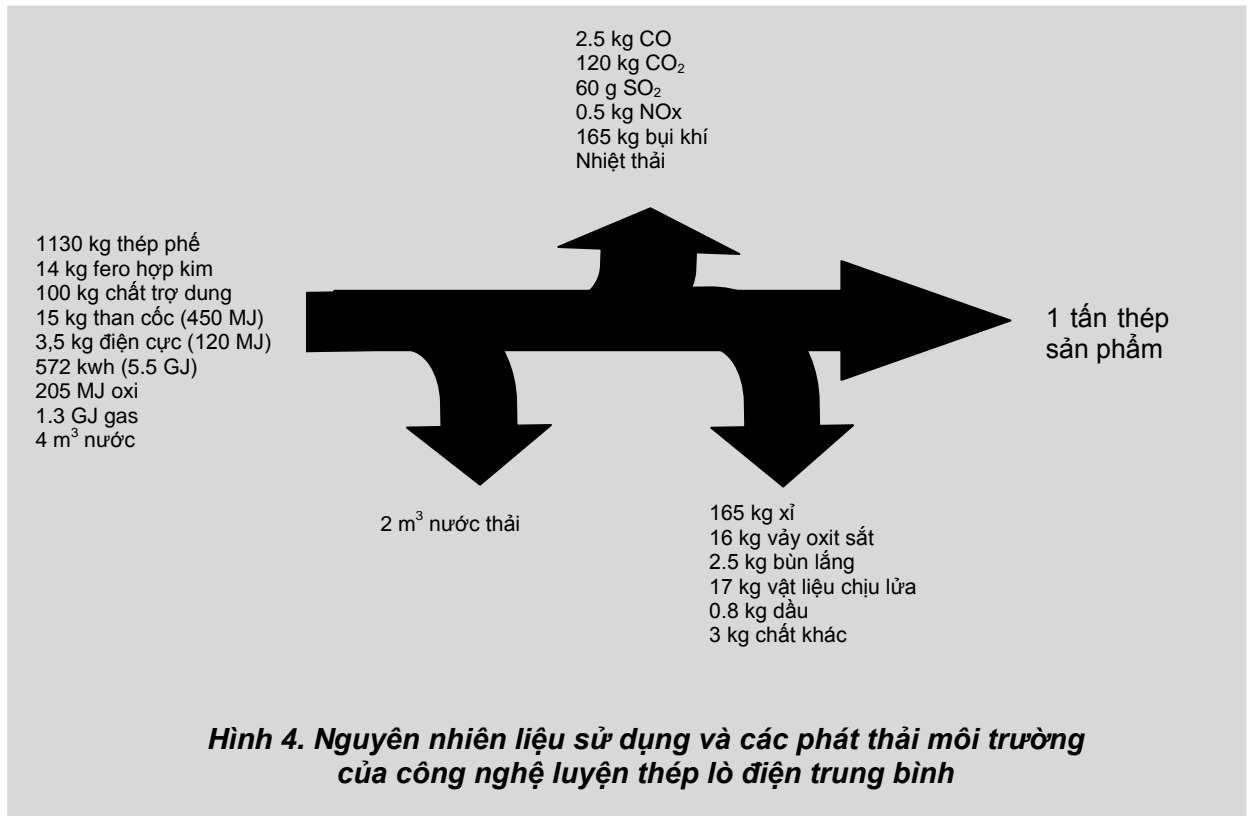
Ngoài nguyên liệu chính là thép phế, sắt xộp, gang thỏi hoặc gang lỏng, vôi, việc sản xuất thép còn sử dụng năng lượng (than, gas, điện, dầu, oxy), nước, và các chất phụ trợ như hợp kim, điện cực, khí trơ, vật liệu đầm lò. Quá trình sản xuất thép sinh ra các chất thải khí, rắn và tiếng ồn. Trong một số trường hợp, nước làm mát không được tuần hoàn tuyệt đối cũng phát thải ra môi trường.

Tổng quan dòng các nguyên nhiên liệu sử dụng và các phát thải môi trường trong ngành luyện thép lò điện hồ quang được mô tả trong hình 3. Ngoài các dòng thải được mô tả, quá trình sản xuất còn sinh ra tiếng ồn và nhiệt độ cao đối với môi trường.



**Hình 3. Nguyên nhiên liệu sử dụng và các phát thải môi trường của ngành sản xuất thép lò điện**

Ví dụ về lượng nguyên nhiên liệu sử dụng và phát thải của công nghệ trung bình được thể hiện trong hình 4.



## 2.1 Tiêu thụ nguyên nhiên liệu

Trong sản xuất thép lò điện, đầu vào gồm nguyên liệu (sắt thép vụn, sắt xốp, gang lỏng, vôi, than ...), năng lượng (ôxy, than, khí thiên nhiên, điện năng, dầu ...), nước và các vật tư khác (phero hợp kim, điện cực grafit, khí trợ, vật liệu chịu lửa ...). Các số liệu về tiêu hao nguyên nhiên liệu trong sản xuất thép lò điện ở Châu Âu và Việt Nam được nêu trong bảng 1.

**Bảng 1 : Tiêu hao nguyên nhiên liệu cho 1 tấn thép lò điện**

| STT | Nguyên nhiên liệu | Đơn vị tính | Châu Âu       | Việt Nam       |
|-----|-------------------|-------------|---------------|----------------|
| 1   | Sắt thép phế      | Kg/t        | 1.080 – 1.130 | 1.135-1.200    |
| 2   | Gang thổi         | Kg/t        |               | 0 - 250        |
| 3   | Gang lỏng         | Kg/t        |               | 0 - 600        |
| 4   | Vôi               | Kg/t        | 30 - 80       | 50 - 80        |
| 5   | Than              | Kg/t        | 13 - 15       | 0 - 20         |
| 6   | Điện cực grafit   | Kg/t        | 1,5 – 4,5     | 2,9 – 6,8      |
| 7   | Vật liệu đầm lò   | Kg/t        | 1,9 – 25,1    | 17 - 30        |
| 8   | Tổng năng lượng   | MJ/t        | 6.000 – 7.000 | 7.000 – 10.000 |

| STT | Nguyên nhiên liệu       | Đơn vị tính       | Châu Âu        | Việt Nam  |
|-----|-------------------------|-------------------|----------------|-----------|
|     | Điện                    | kwh/t             | 350 - 500      | 420 - 800 |
| 9   | Ôxy                     | m <sup>3</sup> /t | 24 - 47        | 30 – 50   |
| 10  | Nước làm nguội          | m <sup>3</sup> /t | 0<br>Tuần hoàn | 4 – 7     |
|     | Tỷ lệ thu hồi phôi thép | %                 | 90 - 93        | 86-88     |

## 2.2 Các vấn đề môi trường và an toàn sản xuất

Các vấn đề về môi trường liên quan đến quá trình luyện thép hồ quang được trình bày trong bảng 2.

**Bảng 2: Các vấn đề môi trường trong sản xuất thép lò điện**

| Quá trình                   | Khí thải  | Chất thải rắn              | Nước thải  | Các vấn đề khác                            |
|-----------------------------|---|----------------------------|--|--|
| Chuẩn bị liệu               | -   | Bụi, đất                   | -  |  |
| Nạp liệu                    | -   | -                          | -  | Tiếng ồn                                   |
| Luyện thép lò hồ quang điện | Bụi, kim loại nặng (kẽm, chì, thủy ngân), dioxin, chất hữu cơ bay hơi | Xỉ, bùn, vật liệu chịu lửa | -  | Tiếng ồn<br>Cháy nổ<br>An toàn vận hành    |
| Tinh luyện                  | Khí thải  | Xỉ, vật liệu chịu lửa      | -  | -  |
| Đúc                         | Bụi, kim loại nặng  | Xỉ, vẩy oxit               | Có phát sinh nếu không tuần hoàn triệt để nước làm mát | Tiếng ồn<br>An toàn vận hành               |
| Xử lý lọc sạch khí          | -   | Bụi/bùn, kim loại          | -  | Ô nhiễm đất và nước                        |
| Lưu kho các hoá chất        | -   | -                          | -  | Rò rỉ hóa chất lưu kho<br>An toàn vận hành |

### 2.2.1 Khí thải

Khí thải trong sản xuất thép lò điện bao gồm khí thải trực tiếp từ lò điện hồ quang và lò thùng tinh luyện, khí thải do vận chuyển và nạp liệu, rót thép và đúc thép và khói do chế biến xỉ. Khí thải trực tiếp từ lò điện và lò thùng tinh luyện chiếm khoảng 95% toàn bộ khí thải trong xưởng thép lò điện.

Khí thải trực tiếp cùng với các loại khí thải khác được lọc bụi bằng túi vải hay lọc bụi tĩnh điện. Có thể thu hồi 85-90% khí thải trực tiếp để xử lý bằng lỗ bổ sung trên nắp lò điện.

Khí thải lò điện hồ quang có dải thành phần rộng, gồm các thành phần chính như bụi, kim loại nặng, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, và các chất hữu cơ bay hơi, trong đó thành phần và lượng các chất hữu cơ bay hơi là đặc biệt quan trọng. Tuy nhiên số liệu khảo sát còn hạn chế.

**Bụi:** Lượng bụi chứa trong khí thải lò điện hồ quang là 14-20 kg/tấn thép cacbon và 6-15 kg/tấn thép hợp kim. Nồng độ bụi của các nhà máy thép lò điện ở Châu Âu khoảng từ 10 mg/Nm<sup>3</sup> đến 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

**Kim loại nặng:** Hàm lượng kim loại nặng trong khí thải dao động tương đối rộng, nhiều nhất là Zn. Hàm lượng Hg tùy thuộc vào chất lượng thép phế.

**SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>:** phụ thuộc vào số lượng và chất lượng nhiên liệu sử dụng.

**Chất hữu cơ bay hơi:** Phát thải chất hữu cơ, đặc biệt là benzen được ghi nhận là cao đáng kể và phụ thuộc vào than sử dụng được phân hủy trước khi cháy. Than được đưa vào để lót trong các thùng thép phế. Từ phát thải trên có thể dự đoán phát thải toluen, xylene và các cacbua hydro khác phát sinh từ than. Các hợp chất hữu cơ chứa clo như PCB, PCDD/F, PAH cũng được ghi nhận phát thải tại một số nhà máy.

Khí thải từ vận chuyển liệu, nạp liệu, rót thép và đúc thép nói chung không nhiều lắm, lượng chất ô nhiễm cũng ít hơn khí thải trực tiếp từ lò điện. Khí từ khâu xử lý xỉ chứa nhiều chất kiềm vì trong xỉ có nhiều CaO.

Chưa có số liệu đầy đủ về mức độ ô nhiễm cũng như thành phần khí thải của quá trình luyện thép lò điện tại Việt nam. Thành phần ô nhiễm khí trong khâu luyện thép lò điện hồ quang của các lò điện ở châu Âu được khảo sát và nêu trong bảng 3.

**Bảng 3 : Mức độ ô nhiễm khí trong luyện thép lò điện tại châu Âu**

*Tính cho 1000 kg thép lỏng*

| TT | Thành phần | Đvị | Lượng         | TT | Thành phần      | Đvị | Lượng       |
|----|------------|-----|---------------|----|-----------------|-----|-------------|
| 1  | Bụi        | g   | 1 – 780       | 10 | HCl             | mg  | 800 – 9.600 |
| 2  | Hg         | mg  | 6 – 4.470     | 11 | SO <sub>2</sub> | g   | 24 - 130    |
| 3  | Pb         | mg  | 16 – 3.600    | 12 | NO <sub>x</sub> | g   | 120 - 240   |
| 4  | Cr         | mg  | 8 – 2.500     | 13 | CO              | g   | 740 – 3.900 |
| 5  | Ni         | mg  | 1 – 1.400     | 14 | Benzen          | mg  | 170 – 4.400 |
| 6  | Zn         | mg  | 280 – 45.600  | 15 | Chlorobenzen    | mg  | 3 – 37      |
| 7  | Cd         | mg  | 1 - 72        | 16 | PAH             | mg  | 3,5 – 71    |
| 8  | Cu         | mg  | 1 - 460       | 17 | PCB             | mg  | 1,5 – 45    |
| 9  | HF         | mg  | ≤ 700 – 4.000 | 18 | Tiếng ồn        | dB  | 90-125      |

## 2.2.2 Chất thải rắn

Chất thải rắn của xưởng luyện thép chủ yếu là xỉ (100-150 kg/tấn thép lỏng từ lò điện hồ quang và 10-30 kg/t từ lò thùng tinh luyện), bụi và vật liệu chịu lửa, được tóm tắt trong bảng 4.

**Bảng 4 : Loại và lượng chất thải rắn trong sản xuất thép lò điện**

| TT | Loại chất thải rắn | Đơn vị           | Lượng     |
|----|--------------------|------------------|-----------|
| 1  | Xỉ từ lò điện      | kg/tấn thép lỏng | 100 – 150 |
| 2  | Xỉ từ lò thùng     | kg/tấn thép lỏng | 10 - 30   |
| 3  | Bụi                | kg/tấn thép lỏng | 10 – 20   |
| 4  | Vật liệu chịu lửa  | kg/tấn thép lỏng | 2 – 8     |

Các chất thải này có thể được bán (như xỉ được sử dụng trong xây dựng đường, bụi lò điện hồ quang sử dụng để thu hồi kẽm), sử dụng lại (như bụi lò điện, vật liệu chịu lửa) hoặc thải bỏ tại các bãi chôn lấp (như xỉ, bụi và vật liệu chịu lửa).

**Xỉ** : Phần lớn xỉ được chế biến để sử dụng cho công nghiệp xi măng, làm đường. Thành phần hóa học của xỉ được trình bày trong bảng 5.

**Bảng 5: Thành phần hoá học của xỉ, %**

| Cấu tử                         | Số liệu của lò châu Âu |             |
|--------------------------------|------------------------|-------------|
|                                | Xỉ lò điện             | Xỉ lò thùng |
| Fe <sub>tổng</sub>             | 10 – 32                | 2 - 5       |
| CaO                            | 25- -45                | 30 - 50     |
| SiO <sub>2</sub>               | 10 – 18                | 10 - 20     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3 – 8                  | 3 - 12      |
| MgO                            | 4 – 13                 | 7 - 18      |
| MnO                            | 4 – 12                 | ≤ 1 - 5     |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1 – 2                  | ≤ 0,5       |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,3                    | -           |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,46                   | -           |

Ngoài ra, trong xỉ còn có vết các nguyên tố Pb, As, Sb, Hg, Cl và F.

Ở châu Âu, trên 60% xỉ của quá trình sản xuất được chôn lấp. Phần còn lại được bán ra bên ngoài. Chỉ có một lượng rất nhỏ được tuần hoàn trong nhà máy (chủ yếu là xỉ của thép hợp kim cao).

**Bụi:** Bụi thu được khi xử lý khí thải bằng túi vải có thành phần hoá học như nêu trong bảng 6.

**Bảng 6: Thành phần hoá học của bụi, %**

| Cấu tử                         | Bụi từ sx thép cacbon | Bụi từ sx thép hợp kim |
|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Fe <sub>tổng</sub>             | 25 – 50               | 30 - 40                |
| SiO <sub>2</sub>               | 1,5 – 5               | 7 - 10                 |
| CaO                            | 4 – 15                | 5 - 17                 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,3 – 0,7             | 1 - 4                  |
| MgO                            | 1 – 5                 | 2 - 5                  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,2 – 0,6             | 0,01 – 0,1             |
| MnO                            | 2,5 – 5,5             | 3 - 6                  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,2 – 1               | 10 - 20                |
| Na <sub>2</sub> O              | 1,5 – 1,9             | -                      |
| K <sub>2</sub> O               | 1,2 – 1,5             | -                      |
| Zn                             | 10 – 35               | 2 – 10                 |
| Pb                             | 0,8 – 6               | 0,5 - 2                |

Phần lớn lượng bụi được chôn lấp, một phần nhỏ được tái sử dụng.

**Vật liệu chịu lửa:** Chất thải là vật liệu chịu lửa được sử dụng làm đường hoặc san lấp mặt bằng.

### 2.2.3 Nước thải

Nước công nghệ trong sản xuất thép lò điện chủ yếu được dùng để làm mát lò điện hồ quang và lò tinh luyện với lượng khá lớn (40-50m<sup>3</sup>/tấn thép lỏng). Tuy nhiên lượng nước này được tuần hoàn triệt để. Nước làm mát trong đúc liên tục cũng được tuần hoàn. Chỉ cần bổ sung thêm khoảng 5 – 10% lượng nước cần thiết (2,5 – 5 m<sup>3</sup>/tấn thép lỏng). Do đó, nước thải trong xưởng thép lò điện chủ yếu là nước mưa, nước từ tháp lọc bụi ướt, nếu có, và nước làm mát không được tuần hoàn hết. Các nguồn nước thải này có thể bị ô nhiễm dầu nên cần xử lý trước khi thu gom vào kênh thoát nước. Nước làm lạnh tuần hoàn cần được lắng cặn để tách các chất rắn lơ lửng chủ yếu là gỉ sắt bong ra từ bề mặt thép đúc.

#### **2.2.4 Tiếng ồn**

Tiếng ồn phát sinh từ bãi liệu, lò điện hồ quang, thiết bị lọc bụi và thiết bị cấp nước. Tiếng ồn từ lò điện phụ thuộc vào dung lượng lò, từ 118-133dB cho lò  $\geq 10T$ , từ 108-115 dB cho lò  $\leq 10T$ .

#### **2.2.5 Cháy nổ và an toàn trong sản xuất**

Ngành công nghiệp thép có khả năng gây nguy hiểm cho người lao động do tính chất của nguyên liệu được dụng và quá trình xử lý. Người lao động có nguy cơ tiếp xúc với thép nóng chảy và xỉ trên 1800°C, các chất ăn mòn, dễ cháy, các phát thải ô nhiễm cũng như các rủi ro cháy nổ.

### **2.3 Tiềm năng của sản xuất sạch hơn**

Bảng 1 cho ta thấy tiêu hao nguyên nhiên liệu cho 1 tấn thép sản xuất bằng công nghệ lò điện hồ quang ở Việt Nam còn rất cao với các nước châu Âu và Nhật Bản. Điều này cũng đồng nghĩa với việc phát thải trong sản xuất thép lò điện ở Việt Nam cao hơn nhiều so với các nước tiên tiến trên thế giới. Như vậy, việc cải tiến công nghệ và thiết bị, sử dụng nguyên nhiên liệu hiệu quả sẽ mang lại lợi ích kinh tế to lớn và giảm mạnh phát thải, đảm bảo cho việc phát triển bền vững cũng như tăng cường tính cạnh tranh của sản phẩm thép của nước ta trong bối cảnh hội nhập kinh tế.

Từ những phân tích trên ta thấy tiềm năng sản xuất sạch hơn trong ngành sản xuất thép lò điện ở nước ta còn rất lớn ở tất cả các khâu từ chuẩn bị nguyên liệu, luyện thép trong lò điện hồ quang, tinh luyện thép trong lò thùng đến đúc phôi trong máy đúc liên tục. Tiềm năng tiết kiệm về nguyên liệu có thể đạt 4 – 5% , điện năng 10 – 20% , điện cực grafit 10 – 20% , vật liệu chịu lửa 5 – 10% ...



### 3 Cơ hội sản xuất sạch hơn

*Chương này dẫn ra một số ví dụ về giải pháp SXSH có thể áp dụng thành công trong ngành sản xuất thép lò điện. Nội dung này sẽ tiếp tục được cập nhật khi có thêm các doanh nghiệp áp dụng SXSH.*

#### 3.1 Loại bỏ chất phi kim loại, băm, chặt nhỏ nguyên liệu

Cùng với công việc sàng lọc, loại bỏ các tạp chất phi kim loại, chất gây cháy nổ, việc bổ sung thêm công đoạn băm, chặt nhỏ, thậm chí là đóng bánh nguyên liệu, sẽ giúp cho việc tăng tỷ trọng của thép phế, giảm số lần nạp liệu, tăng năng suất sử dụng thiết bị, và đặc biệt là giảm phát thải ra môi trường.

*Trong năm 2002, Nhà máy thép Thủ Đức đã đầu tư 3,46 tỷ đồng cho 2 máy băm chặt thép phế và 1 máy đóng ép nguyên liệu để xử lý 70% thép phế. Việc xử lý sơ bộ này đã giúp doanh nghiệp tiết kiệm điện cực 0.2 kg/tấn sản phẩm, điện 15 kwh/tấn sản phẩm, gạch chịu lửa 1,5 kg/tấn sản phẩm và giảm đáng kể lượng khí thải, ước tính 5 kg bụi/tấn sản phẩm. Thiết bị đã loại bỏ chất phi kim loại 30 kg/tấn nguyên liệu. Thời gian nấu luyện giảm 20 phút/mẻ.*

*Việc đầu tư này có thời gian hoàn vốn 7.5 năm.*

#### 3.2 Vận hành lò điện chế độ siêu cao công suất

Người ta dùng biến thể lò siêu cao công suất để rút ngắn thời gian luyện một mẻ thép. Lò siêu cao công suất có biến thể với dung lượng riêng lớn hơn 700 kVA/T công suất. Lò siêu cao công suất có thời gian nấu luyện mẻ thép ngắn hơn, có năng suất cao hơn, tiêu hao điện cực ít hơn, lượng khí thải ít hơn và tuổi thọ tường lò cao hơn so với lò thông thường.

#### 3.3 Làm nguội tường lò và nắp lò bằng nước

Trong vài chục năm gần đây, tường lò và nắp lò được đảm với các tấm làm nguội nước để nâng cao tuổi thọ của vật liệu chịu lửa, để có thể sử dụng công nghệ siêu cao công suất và cũng để tận dụng nhiệt thải. Có hai hệ thống nước làm nguội: làm nguội lạnh và làm nguội ấm. Sự bốc hơi nước làm nguội hấp thụ được bức xạ nhiệt do hồ quang tạo ra. Để bảo vệ các tấm làm nguội khỏi bị biến dạng nhiệt, đặc biệt khi sử dụng công nghệ xỉ bọt cần sử dụng máy tính để điều khiển quá trình nấu luyện, tránh sự chảy các tấm do ứng suất nhiệt và bảo vệ vật liệu chịu lửa.

Làm nguội tường lò và nắp lò bằng nước cần thêm năng lượng khoảng 10-20 kWh/t nhưng được bù đắp bằng tăng thời gian vận hành nhà máy và giảm

thời gian bảo hành và cho phép áp dụng các công nghệ hiện đại như lò UHP (siêu cao công suất).

### **3.4 Phun oxy-nhiên liệu và phun oxy**

Phun oxy-nhiên liệu giúp cho quá trình nóng chảy thép phế được đều đặn và ổn định. Đồng thời cũng giảm được tiêu hao năng lượng điện nhờ nhiệt do quá trình cháy nhiên liệu toả ra. Phun oxy-nhiên liệu làm tăng lượng khí thải nhưng cũng làm giảm tiêu hao năng lượng, gián tiếp làm giảm khí thải nhà kính.

### **3.5 Hệ thống ra thép ở đáy lò**

Ngày nay kỹ thuật ra thép ở đáy lò được áp dụng rất rộng rãi do giảm thiểu được lượng xỉ oxy hoá vào thùng thép trong quá trình rót. Biện pháp này cũng giảm được chi phí do giảm tiêu hao vật liệu chịu lửa vì ra thép nhanh và giảm mất mát năng lượng. Hơn nữa, công nghệ này còn làm cho việc thu gom khói được đơn giản hơn. Hiện nay, hầu hết các lò điện mới đều được trang bị hệ thống ra thép ở đáy lò.

### **3.6 Công nghệ xỉ bột**

Việc tạo ra xỉ bột trong lò sẽ cải thiện được sự truyền nhiệt vào liệu đầu vào và bảo vệ được vật liệu chịu lửa. Do độ ổn định của hồ quang tốt hơn và bức xạ nhiệt giảm nên công nghệ xỉ bột làm giảm tiêu hao năng lượng, điện cực graphit, tiếng ồn và làm tăng năng suất thiết bị. Nó cũng có ảnh hưởng tốt đến một số phản ứng luyện kim (giữa xỉ lỏng và thép lỏng). Tỷ trọng của xỉ bột nhẹ hơn của xỉ chứa FeO thông thường (1,15-1,5 t/m<sup>3</sup> so với 2,3 t/m<sup>3</sup>). Vì vậy, lượng xỉ nhiều hơn và cần thùng chứa xỉ to hơn. Sau khi rót, một phần xỉ lại thoát khí. Cần lưu ý là không nên sử dụng xỉ bột đối với các mác thép chất lượng cao.

### **3.7 Tinh luyện lò thùng**

Một số bước công nghệ không cần phải thực hiện trong lò điện hồ quang, mà có thể thực hiện hiệu quả hơn trong lò khác (như khử lưu huỳnh, hợp kim hoá, đồng đều hoá nhiệt độ và thành phần hoá học). Các bước này được chuyển từ lò hồ quang sang lò thùng. Hiệu quả của công nghệ này là tiết kiệm năng lượng (10-30 kWh/t), giảm được thời gian luyện một mẻ thép khoảng 5-20 phút, tăng năng suất, điều khiển nhiệt độ rót thép dễ hơn, giảm tiêu hao điện cực (0,1-0,74 kg/t), tiết kiệm các nguyên tố hợp kim và giảm phát tán các chất ô nhiễm môi trường.

### **3.8 Tự động hoá**

Dùng máy tính để tự động điều khiển các quá trình từ nạp nguyên liệu, vận

hành lò điện hồ quang, lò thùng tinh luyện và đúc liên tục. Việc điều khiển này làm tăng năng suất thiết bị, giảm tiêu hao năng lượng và giảm phát tán bụi.

### 3.9 Nung sơ bộ thép phế

Việc thu hồi nhiệt của khí thải đã được chú ý từ lâu. Trong những năm 1970 trên thế giới đã có khoảng 20 nhà máy có hệ thống sấy thép phế trong giỏ liệu trước khi nạp vào lò. Song các hệ thống này không hoạt động được vì lý do kỹ thuật và ô nhiễm. Sau này đã có lò đứng cao có bộ phận sấy liệu được khoảng 50% liệu, còn lò kiểu ngón tay có thể sấy toàn bộ thép phế. Lò kiểu ngón tay rút ngắn thời gian nấu luyện còn khoảng 35 phút/mẻ nên hoàn vốn đầu tư rất nhanh (khoảng 1 năm).

Khả năng nữa để sấy liệu là công nghệ Consteel : nạp liệu đã được sấy bằng nhiệt của khí thải liên tục vào hông lò qua hệ thống nạp liệu consteel.

*Mức độ giảm ô nhiễm: Lò thân đứng có thể tiết kiệm được đến 70 kWh/t. Ngoài ra còn giảm được thời gian nấu luyện, tăng năng suất thiết bị.*

*Lò kiểu ngón tay có thể tiết kiệm được đến 100 kWh/t, tức là khoảng 25% tổng tiêu hao năng lượng trong lò điện hồ quang. Kết hợp cùng với xử lý khí thải, công nghệ sấy liệu có vai trò quan trọng trong việc tối ưu hoá luyện thép lò điện không chỉ tăng năng suất mà còn giảm ô nhiễm.*

Ngoài ra, sấy liệu còn giảm phát tán bụi khoảng 20% do khí thải đi qua liệu được giữ lại bụi như một phin lọc.

Tuy nhiên, sấy liệu có thể làm tăng các chất ô nhiễm hữu cơ và mùi khét, như PCDD/F trừ khi có xử lý nhiệt khí thải. Xử lý khí cần thêm năng lượng nhưng rất nhỏ so với năng lượng tiết kiệm được.

### 3.10. Hệ thống nước làm nguội khép kín

Trong nhà máy luyện thép, nước được sử dụng để làm mát lò điện hồ quang, lò thùng tinh luyện, máy đúc liên tục và lọc bụi ướt. Đối với lò điện hồ quang và lò thùng tinh luyện, nước dùng để làm mát các bộ phận với nguyên tắc không tiếp xúc nên nước hầu như không bị nhiễm bẩn. Việc sử dụng tuần hoàn nước sẽ đem lại lợi ích kinh tế cao. Vì thế, các nhà máy luyện kim hiện đại đều trang bị hệ thống nước làm nguội khép kín.

Hệ thống nước làm nguội khép kín cần thêm năng lượng để bơm nước và tái làm nguội nước. Tuy nhiên, việc tiết kiệm nước vẫn làm giảm chi phí vận hành của nhà máy.

### 3.11 Sử dụng lại xỉ lò điện

Trong sản xuất thép lò điện sẽ sinh ra một lượng xỉ khoảng 100-150 kg/t thép. Xỉ lò điện có thể xem như đá nhân tạo, giống đá tự nhiên, bao gồm FeO, CaO, SiO<sub>2</sub> và các ôxit khác như MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO ... Xỉ lò điện có thể sử dụng để làm đường, san lấp, sản xuất xi măng ... Tuy nhiên, trước khi sử dụng, xỉ phải được chế biến như nghiền, sàng và phân loại kích thước ... Giải pháp này tăng nguồn thu và giảm nhu cầu bãi chứa xỉ. Chế biến xỉ cần thêm năng lượng. Xỉ lò điện sau khi chế biến có thể sử dụng để làm đường, sản xuất xi măng ...

### 3.12 Tái sử dụng bụi lò điện

Xử lý lọc bụi trong sản xuất thép lò điện có thể tách được 10-25 kg bụi/t thép. Bụi lò điện thường chứa kim loại nặng nên cần chú ý khi chế biến và chôn lấp. Tuy nhiên, có thể tận dụng được hàm lượng sắt và kim loại nặng trong bụi lò điện.

#### *Tái sử dụng bụi lò điện*

Tái sử dụng bụi làm liệu cho lò điện. Khi đó sắt và kẽm quay trở lại vào thép lỏng. Tái sử dụng bụi cũng làm tăng tiêu hao điện năng (khoảng 20-39 kWh/t). Tái sử dụng bụi cũng chỉ trong một mức độ nhất định và ảnh hưởng đến quá trình vận hành lò. Để cải thiện điều kiện vận hành lò thì cần chế biến bụi như tạo cục bằng vôi viên hay thiêu kết.

#### *Thu hồi kẽm và khử kim loại nặng*

Công nghệ thu hồi kẽm và thu hồi hoặc khử kim loại nặng đã được nghiên cứu và áp dụng. Về nguyên lý, có thể dùng công nghệ hoả luyện và thủy luyện để thu hồi kẽm. Đối với bụi trong sản xuất thép cacbon hay thép hợp kim thấp có nhiều công nghệ như WAELZ, ESINEX ... Đối với bụi trong sản xuất thép hợp kim cao cũng có nhiều công nghệ thu hồi như ScanDust Plasma Process, B.U,S Process ...

Giải pháp này tận dụng được bụi, không phải chôn lấp nhưng cần thêm năng lượng để vận chuyển, vôi viên hay thiêu kết bụi.

### 3.13 Các giải pháp liên quan đến quản lý và xử lý môi trường

#### 3.13.1 Các hệ thống thu gom phát tán hiện đại

Khí thải từ quá trình luyện thép lò điện được chia thành hai loại khí thải sơ cấp và khí thải thứ cấp. Lượng khí thải sơ cấp được hút trực tiếp. Khí thải thứ cấp bao gồm khí phát sinh khi nạp liệu, rót thép và một số nguồn phát tán của lò. Khí thải phụ được thu lại bằng một chụp hút chung.

Lọc bụi túi vải và lọc bụi tĩnh điện là hai loại thiết bị thích hợp đối với từng loại

khí cũng như khi xử lý chung. Cả hai loại thiết bị này đều có khả năng giảm nồng độ bụi của khí thải xuống dưới 20 mg/Nm<sup>3</sup>.

Có thể làm toàn bộ lò điện hồ quang thành một bộ phận kín và nối nó với ống dẫn khí thải chính. Kiểu hệ thống "doghouse" như vậy được xây dựng rất phổ biến ở các nhà máy mới, thậm chí nâng cấp cho một số xưởng hiện có. Ưu điểm của hệ thống "doghouse" là có thể thu hồi được 98% tổng lượng khí thải, tổng lưu lượng khí phải hút ít hơn rất nhiều so với hệ thống hút khí cho cả xưởng, đồng thời giảm được tiếng ồn. Tuy nhiên việc thiết kế hệ thống kín như thế là tương đối phức tạp do nó phải phù hợp với sự vận hành của quá trình nạp liệu, với lượng vật liệu liên tục được cấp vào lò và với hoạt động của ống phun (injection lance).

Trong hệ thống chụp hút, một hay nhiều chụp được đặt trên lò để thu gom khói một cách gián tiếp từ lò khi nạp liệu, nấu luyện, tháo xỉ và ra thép (đến 90% phát tán sơ cấp và cả phát tán thứ cấp). Kết hợp chụp hút với tách trực tiếp có thể thu gom được tới 98% phát tán sơ cấp và thứ cấp. Chụp hút cũng được lắp đặt trên lò thùng, boongke, băng tải.

Cũng có thể dùng vành thu khói bao quanh lò. Cách này đòi hỏi chiếm không gian khá lớn, đầu tư cao nhưng hiệu quả thu gom khói cao hơn dùng lồng kết hợp với chụp hút. Hơn nữa, cách này còn làm giảm được tiếng ồn khoảng 10-20 dB. Vành thu khói cũng có thể áp dụng cho lò thùng tinh luyện.

Một cách khác để thu gom phát tán thứ cấp từ lò là xây dựng toàn nhà máy kín khí và hệ thống lọc bụi hút toàn bộ khói bụi phát tán để xử lý. Cách này đòi hỏi đầu tư lớn nên phải cân nhắc cẩn thận để dung hoà giữa chi phí và lợi ích. Một lợi ích nữa của phương pháp này là giảm truyền âm thanh ra ngoài nhà máy.

*Mức độ giảm ô nhiễm: Người ta hay dùng kết hợp hút khói trực tiếp với hệ thống chụp hút. Việc kết hợp như vậy có thể thu gom được tới 98% phát tán sơ cấp. Hơn nữa, phần lớn phát tán thứ cấp khi nạp liệu và ra thép cũng được thu gom. Còn việc kết hợp thiết bị hút trực tiếp với vành hút khói quanh lò có thể thu gom được 100% lượng bụi phát tán. Phương pháp thu toàn bộ nhà máy có thể thu gom 100% phát tán.*

Các hệ thống thu gom phát tán cần thêm năng lượng, đặc biệt cho các quạt hút.

### 3.13.2 Giảm phát thải ô nhiễm hữu cơ

Gần đây người ta chú ý nhiều đến sự tạo thành các chất ô nhiễm hữu cơ của lò hồ quang điện mà các hệ thống xử lý khí thải thông thường không có khả năng giữ lại chúng. Những chất ô nhiễm này bao gồm các chất hữu cơ độc hại, các hợp chất hữu cơ có chứa clo như cacbua hydro thơm đa vòng (PAH), polyclo biphenil (PCB) và dioxin, cùng với các hợp chất ít độc hại hơn

nhưng gây mùi khó chịu như các hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC). Để kiểm soát được các loại khí thải này cần phải cải tiến hoạt động của hệ thống xử lý khí thải nhằm bảo đảm đốt cháy hoàn toàn tất cả các hợp chất hữu cơ. Sự tái hình thành dioxin và furan, do tốc độ làm nguội khí sau xử lý chậm, có thể được hạn chế bằng cách dập khí nóng bằng không khí hoặc nước để làm nguội nhanh.

### 3.13.3 Công nghệ cháy sau kết hợp với xử lý khí

Tối ưu hoá quá trình lò điện, đặc biệt là phun oxy và nhiên liệu vào lò sẽ làm tăng nhiệt hoá học của khí thải (do tăng hàm lượng CO và H<sub>2</sub> trong khí thải). Để sử dụng năng lượng này, người ta đã áp dụng công nghệ cháy sau trong các lò điện hồ quang vào giữa những năm 80 của thế kỷ trước và đã đạt được kết quả mỹ mãn. Kỹ thuật cháy sau được phát triển để tận dụng tối đa nhiệt hoá học của CO và H<sub>2</sub> trong lò. Nhưng CO và H<sub>2</sub> không bao giờ cháy hoàn toàn trong lò nên cần phải tiến hành cháy sau trong buồng đốt để đốt cháy toàn bộ CO và H<sub>2</sub> còn lại trong khí thải để tránh các phản ứng không kiểm soát được thiết bị xử lý khí thải. Hơn nữa, kỹ thuật cháy sau nếu thực hiện tối ưu sẽ làm giảm được phát tán các hợp chất hữu cơ. Nhiệt sản sinh ra do cháy sau thông thường không thu hồi được trừ nước làm nguội. Ngày nay, nếu tối ưu hoá được buồng cháy sau thì có thể giảm được phát tán các hạt hữu cơ dạng mịn như PCB hay PCDD/F.

*Mức độ giảm ô nhiễm: Kết hợp kỹ thuật cháy sau với làm nguội nhanh khí thải có thể giảm phát thải PCDD/F xuống dưới 0,5 mg I-TEQ/Nm<sup>3</sup>.*

Kỹ thuật cháy sau cần thêm năng lượng (khoảng 30 kWh/t). Áp dụng kỹ thuật cháy sau với sậy thép phế có thể bù trừ năng lượng tiết kiệm và năng lượng cần thêm.

### 3.13.4 Phun bột than cốc để xử lý khí thải

Phun bột than cốc vào ống dẫn phía trước túi vải lọc bụi để giảm các phần tử hữu cơ trong toàn bộ khí thải (sơ cấp và thứ cấp). Lượng bột than cốc phù hợp là khoảng 100 mg/Nm<sup>3</sup> khí thải. Bột than cốc sau đó được tách ra trong lọc bụi túi vải. Khả năng xảy ra cháy là rất ít.

*Mức độ giảm ô nhiễm*

*Trong thực tế đã giảm lượng phát thải PCDD/F xuống dưới 0,5 mg I-TEQ/Nm<sup>3</sup>. Một số nhà máy còn đạt dưới 0,1 mg I-TEQ/Nm<sup>3</sup>.*

Năng lượng cần để phun bột than cốc là không đáng kể. Lượng bụi lọc tăng lên do bột than cốc nhưng được tái sử dụng.

## 4 Thực hiện sản xuất sạch hơn

*Chương này sẽ trình bày từng bước tiến hành đánh giá SXSH với ví dụ minh họa tại Nhà máy thép Thủ Đức. Tuy việc thực hiện sản xuất sạch hơn tại đây chưa được đầy đủ và hệ thống, nhưng đã thể hiện được cách thức doanh nghiệp hiện đang áp dụng và qua đó rút ra bài học cho việc áp dụng tốt hơn. Các biểu mẫu đi kèm có thể sử dụng để thu thập và xử lý thông tin.*

Chất thải chính là nguyên nhiên liệu đầu vào không được đặt đúng chỗ. Việc thực hiện đánh giá sản xuất sạch hơn tuân theo nguyên tắc cơ bản là mọi nguyên nhiên liệu vào quy trình sản xuất, nếu không nằm lại trong sản phẩm sẽ bị thải ra môi trường, dưới dạng này hoặc dạng khác. Việc triển khai đánh giá sản xuất sạch hơn một cách bài bản sẽ hỗ trợ doanh nghiệp tìm được đường đi cũng như dạng chuyển đổi của các loại nguyên liệu đó để tìm ra các phương pháp giảm thiểu lượng sử dụng một cách hữu hiệu nhất, thậm chí có thể tăng được năng suất và chất lượng của sản phẩm và tiết kiệm chi phí xử lý môi trường.

Việc áp dụng sản xuất sạch hơn yêu cầu thời gian và nỗ lực của các bộ phận trong toàn doanh nghiệp. Do đó sự cam kết và hỗ trợ mạnh mẽ của Ban lãnh đạo doanh nghiệp sẽ là yếu tố quyết định cho thành công của chương trình. Chúng tôi khuyến cáo áp dụng sản xuất sạch hơn lần lượt theo 6 bước (hay 16 công việc) sau đây:

Bước 1: Khởi động

Bước 2: Phân tích các công đoạn

Bước 3: Đưa ra các cơ hội sản xuất sạch hơn

Bước 4: Chọn các giải pháp sản xuất sạch hơn

Bước 5: Thực hiện các giải pháp sản xuất sạch hơn

Bước 6: Duy trì sản xuất sạch hơn

### 4.1 Bước 1: Khởi động

*Mục đích của bước này nhằm:*

- Thành lập được nhóm đánh giá SXSH.*
- Thu thập số liệu sản xuất làm cơ sở dữ liệu ban đầu.*
- Tìm kiếm các biện pháp cải tiến đơn giản nhất, hiệu quả nhất và có thể thực hiện ngay.*

#### 4.1.1 Công việc 1: Thành lập nhóm đánh giá SXSH

Việc thành lập nhóm đánh giá SXSH là rất cần thiết khi triển khai chương trình đánh giá SXSH. Các thành viên của nhóm nên là cán bộ của doanh nghiệp,

có thể có thêm hỗ trợ triển khai của chuyên gia bên ngoài. Quy mô của nhóm sẽ phụ thuộc vào quy mô của doanh nghiệp. Với doanh nghiệp lớn, nhóm đánh giá SXSH nên bao gồm Đại diện Ban Lãnh đạo và quản đốc/trưởng phòng của từng phòng ban và nhóm triển khai phụ được thành lập tùy theo thời điểm. Với doanh nghiệp nhỏ hơn, nhóm có thể chỉ gồm đại diện lãnh đạo và quản đốc phụ trách các công việc sản xuất hàng ngày. Các thành viên trong nhóm phải được phép hợp định kỳ, trao đổi cởi mở, có tính sáng tạo, được phép xem xét, đánh giá lại quy trình công nghệ và quản lý hiện tại cũng như đủ năng lực áp dụng triển khai các ý tưởng sản xuất sạch hơn khả thi.

| <b>Phiếu công tác số 1. Các thông tin cơ bản</b>  |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
|---|---------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|--|---------------|
| Tên và địa chỉ doanh nghiệp                       |               |                       |                 |                          | Số ngày làm việc trong năm: |                  |  |               |
| <b>Nhóm SXSH</b>                                  |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| Tên   |               | Chức vụ - bộ phận     |                 |                          | Công việc nhóm              |                  |  |               |
| 1   |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| 2   |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| 3   |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| 4   |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| 5   |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| <b>Thông tin sản xuất cơ bản của doanh nghiệp</b> |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| Sản phẩm chính                                    |               | CS thiết kế (tấn/năm) |                 | Công suất thực (tấn/năm) |                             |                  |  |               |
|   |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| <b>Nguyên nhiên liệu sử dụng</b>                  |               |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |
| <b>Nguyên liệu chính</b>                          | Sắt thép phế  | <b>Tấn/năm</b>        |                 | <b>Nguyên liệu phụ</b>   | Điện cực                    | <b>Lượng</b>     |  |               |
|   | Gang thỏi     |                       |                 |                          | Chất tạo xỉ                 |                  |  |               |
|   | FeMn          |                       | Vật liệu đầm lò |                          | kg/năm                      |                  |  |               |
|   | FeSi          |                       | Cát vàng        |                          | kg/năm                      |                  |  |               |
|   | Khác (ghi rõ) |                       | Dầu mỡ          |                          | kg/năm                      |                  |  |               |
|   |               |                       | Khác (ghi rõ)   |                          | kg/năm                      |                  |  |               |
| <b>Nước và năng lượng</b>                         | Nước          | <b>Lượng</b>          |                 | <b>Thiết bị</b>          | Lò luyện                    | <b>Công suất</b> |  |               |
|   | Than          |                       |                 |                          | m <sup>3</sup> /năm         |                  |  | Lò tinh luyện |
|   | Điện          |                       |                 |                          | m <sup>3</sup> /năm         |                  |  | Máy đúc       |
|   | Gas           |                       |                 |                          | tấn/năm                     |                  |  |               |
|   | Oxi           |                       |                 |                          | Kwh/năm                     |                  |  |               |
|   | Khác (ghi rõ) |                       |                 |                          | Kg/năm                      |                  |  |               |
|   | Kg/năm        |                       |                 |                          |                             |                  |  |               |

Trong nhà máy sản xuất thép nên cân nhắc thành phần nhóm đánh giá sản xuất sạch hơn bao gồm các cán bộ thuộc ban lãnh đạo, kế toán, kỹ thuật và



các bộ phận sản xuất như nhập liệu, luyện thép, đúc. Việc mời thêm cán bộ phụ trách tài chính, cán bộ tư vấn ngoài doanh nghiệp cũng nên được xem xét để các ý kiến cải tiến được đưa ra khách quan. Nhóm đánh giá sản xuất sạch hơn sẽ bắt đầu quá trình đánh giá bằng việc thu thập các thông tin sản xuất cơ bản của doanh nghiệp để cùng phân tích với các thành viên trong nhóm. Việc thu thập thông tin có thể sử dụng Phiếu công tác số 1.

Sau đây là ví dụ được trích từ báo cáo đánh giá SXSH được thực hiện năm 2002 tại Nhà máy Thép Thủ Đức.

| <b>Ví dụ về Phiếu công tác số 1. Các thông tin cơ bản (Số liệu năm 2001)</b>  |                       |                                |            |                        |                                 |              |        |
|---|-----------------------|--------------------------------|------------|------------------------|---------------------------------|--------------|--------|
| <b>Tên doanh nghiệp: Nhà máy thép Thủ Đức</b>   |                       |                                |            |                        |                                 |              |        |
| <b>Nhóm SXSH</b>  |                       |                                |            |                        |                                 |              |        |
|   | <b>Tên</b>            | <b>Chức vụ - bộ phận</b>       |            |                        | <b>Công việc nhóm</b>           |              |        |
| 1   | Ông Lê Sơn Hải        | Giám đốc                       |            |                        | Đội trưởng                      |              |        |
| 2   | Ông Nguyễn Xuân Tiến  | Trưởng phòng kỹ thuật          |            |                        | Ủy viên                         |              |        |
| 3   | Ông Nguyễn Văn Phúc   | Trưởng phòng Kế hoạch vật tư   |            |                        | Ủy viên                         |              |        |
| 4   | Ông Dương Hồng Sơn    | Cán bộ an toàn                 |            |                        | Ủy viên                         |              |        |
| 5   | Ông Nguyễn Thành Nhân | Quản đốc phân xưởng liệu       |            |                        | Ủy viên                         |              |        |
| 6   | Ông Trần Viết Lanh    | Quản đốc phân xưởng luyện thép |            |                        | Ủy viên                         |              |        |
| <p>Ngoài ra, công ty còn thành lập đội sản xuất sạch hơn hỗ trợ gồm các thành phần khác như bảo vệ, thủ kho vật tư, một số kỹ thuật viên công đoạn, tài vụ, thống kê, chuyên trách an toàn vệ sinh lao động, công nhân ở vị trí thực hiện có liên quan...</p> |                       |                                |            |                        |                                 |              |        |
| <b>Thông tin sản xuất cơ bản của doanh nghiệp</b>   |                       |                                |            |                        |                                 |              |        |
| <b>Sản phẩm chính</b>   |                       | <b>CS thiết kế (tấn/năm)</b>   |            |                        | <b>Công suất thực (tấn/năm)</b> |              |        |
| Thép thời   |                       | 55.000                         |            |                        | 50.933                          |              |        |
| <b>Nguyên nhiên liệu sử dụng</b>  |                       |                                |            |                        |                                 |              |        |
| <b>Nguyên liệu chính</b>  | Thép vụn              | <b>Lượng</b>                   |            | <b>Nguyên liệu phụ</b> | FeMn75                          | <b>Lượng</b> |        |
|   |                       | tấn/năm                        | 58.688     |                        |                                 | tấn/năm      | 477,91 |
|   | Điện                  | Kwh/năm                        | 35.671.981 |                        | FeSi65                          | tấn/năm      | 399,55 |
|   |                       |                                |            |                        | Điện cực                        | tấn/năm      | 176,34 |
|   |                       |                                |            |                        | Dầu nhớt                        | lit/năm      | 123,95 |
| Mỡ  | kg/năm                | 876                            |            |                        |                                 |              |        |

*Nhận xét*

- Nhóm triển khai sản xuất sạch hơn: có đủ các bộ phận liên quan. Tuy nhiên, ban lãnh đạo doanh nghiệp cần đảm bảo các thành viên trong đội có đủ thời gian để triển khai chương trình. Việc thành lập đội sản xuất sạch hơn hỗ trợ là một ý tốt nhưng các thành viên nên được giao Công việc một cách chính thức để có trách nhiệm với công việc.
- Việc thu thập số liệu cần đảm bảo đầy đủ các nguyên nhiên liệu sử dụng. Trong ví dụ trên, chưa có số liệu của oxi, gas, nước là các số liệu quan trọng liên quan đến giá thành sản xuất và hiện trạng môi trường.
- Các số liệu chưa đầy đủ như công suất thiết bị, số giờ làm việc cũng phản ánh hiện trạng sản xuất của công ty

Việc tiến hành đánh giá SXSH cần yêu cầu có thông tin nền, dựa trên một số tài liệu, hồ sơ, báo cáo của doanh nghiệp hiện có. Nếu không có đầy đủ thông tin thì cần xử lý, tính toán hoặc thống nhất xây dựng. Bảng kiểm tra trong phiếu công tác số 2 giúp cho nhóm xem xét về tính sẵn có của thông tin.

| <b>Phiếu công tác số 2. Tính sẵn có của thông tin</b>   |           |                        |         |
|---|-----------|------------------------|---------|
| Thông tin   | Có/ không | Nguồn và cách tiếp cận | Ghi chú |
| Sơ đồ mặt bằng  |           |                        |         |
| Hồ sơ sản lượng   |           |                        |         |
| Hồ sơ nguyên liệu tiêu thụ  |           |                        |         |
| Hồ sơ tiêu thụ nước, năng lượng   |           |                        |         |
| Sơ đồ công nghệ   |           |                        |         |
| Cân bằng năng lượng   |           |                        |         |
| Cân bằng nước   |           |                        |         |
| Hồ sơ bảo dưỡng thiết bị  |           |                        |         |
| Hồ sơ hiện trạng môi trường   |           |                        |         |
| Các thông tin công nghệ:<br>- Quy trình vận hành lò điện hồ quang<br>- Quy trình vận hành máy đúc |           |                        |         |

*Lưu ý: Rất nhiều doanh nghiệp không có đủ thông tin ban đầu và các thành viên trong nhóm sẽ làm Công việc thảo luận cách thức thu thập những thông tin này. Chỉ có các tài liệu phản ánh hiện trạng sản xuất mới có giá trị cao trong đánh giá hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và môi trường.*

#### **4.1.2 Công việc 2: Phân tích các công đoạn và xác định lãng phí**

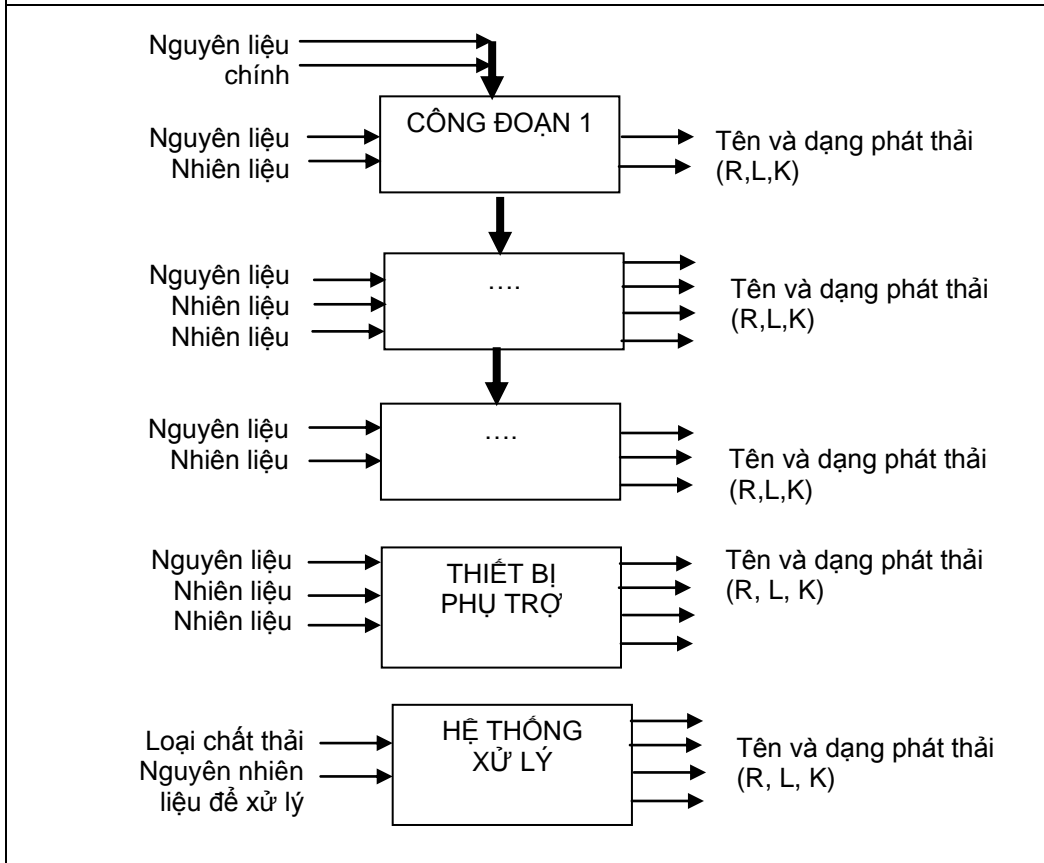
Khi đã có đầy đủ thông tin cơ bản về doanh nghiệp, nhóm đánh giá SXSH nên tiến hành mô tả quy trình sản xuất hiện tại theo ngôn ngữ chung bằng cách liệt kê lại đầy đủ các bước trong công đoạn sản xuất. Tại công việc này, nhóm cần đi khảo sát để thống nhất lại thông tin công nghệ cũng như tìm ra các cơ hội cải tiến dễ thấy, dễ làm để làm điểm khởi đầu cho đánh giá. Đây là cơ hội để rà soát lại quy trình sản xuất, thống nhất đường đi của nguyên nhiên vật liệu và đánh giá lại các tổn thất.

Để làm được việc này một cách hệ thống, cần khảo sát lần lượt từng phân xưởng sản xuất theo quy trình công nghệ và quy định vận hành, từ khâu nhập liệu, chuẩn bị nguyên liệu, luyện, đúc, đến nhập kho cũng như xem xét lại các phân xưởng phụ trợ như khu nồi hơi, hệ thống điện... Cần coi công việc này mang ý nghĩa tích cực, không phải là cơ hội để nhóm đánh giá, soi xét, phê bình. Các ý kiến đưa ra từ việc tham quan nên mang tính xây dựng và gợi mở thực hiện.

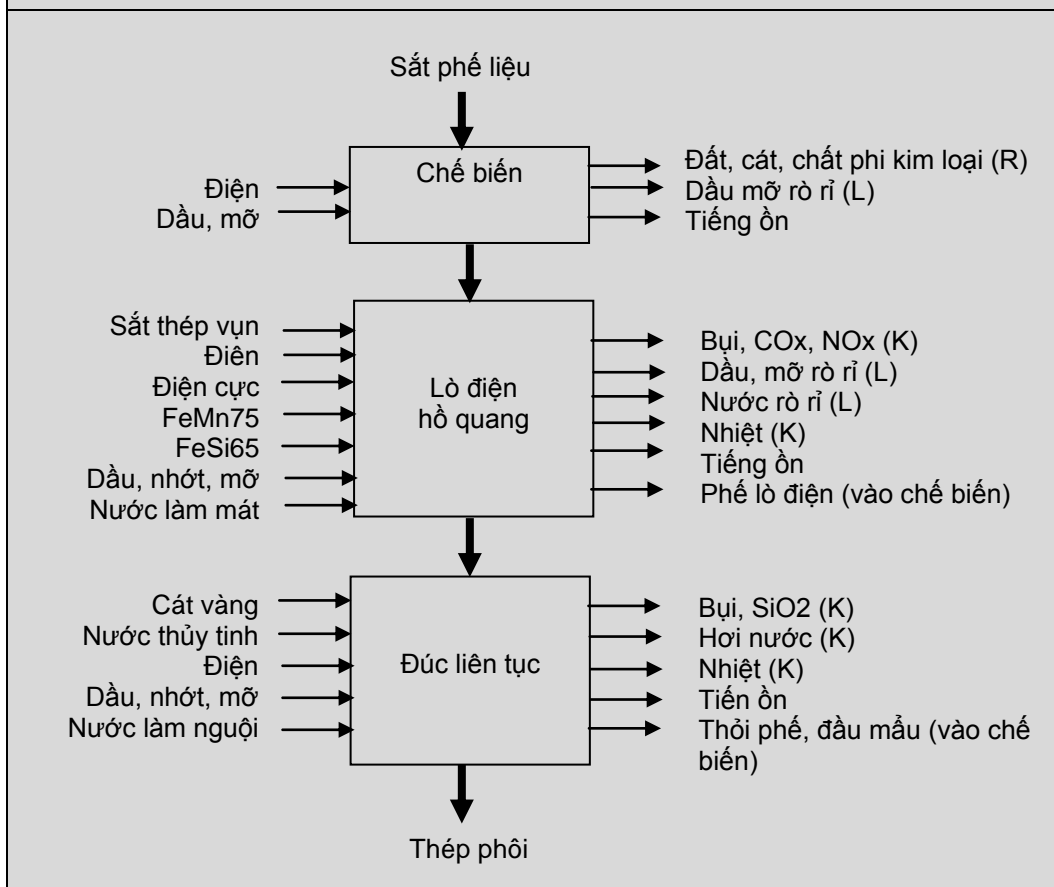
Trong quá trình khảo sát, nhóm cần ghi lại được các thông tin chính:

- Đầu vào và đầu ra của mỗi công đoạn (xem phiếu công tác 3). Đối với đầu ra, cần ghi rõ dạng phát thải là rắn (R), lỏng (L) hay Khí (K).
- Các quan sát về lãng phí nguyên nhiên liệu tại mỗi công đoạn (phiếu công tác 4). Đây là các quan sát ban đầu, nhóm sẽ tiếp tục khai thác các cơ hội cải tiến. Đối với các doanh nghiệp sản xuất thép, các hạn chế trong việc quản lý nội vi cũng như tuân thủ theo quy định vận hành thiết bị là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tổn thất nguyên nhiên vật liệu.
- Chi phí cho nguyên nhiên vật liệu cơ bản (phiếu công tác 5), ghi lại giá nguyên nhiên vật liệu sử dụng để làm cơ sở tính toán tiếp theo

**Phiếu công tác số 3. Công đoạn sản xuất với các dòng nguyên nhiên liệu và phát thải**



**Ví dụ cho phiếu công tác số 3. Công đoạn sản xuất với các dòng nguyên nhiên liệu và phát thải tại Nhà máy Thép Thủ Đức**



**Nhận xét:**

Tại công việc này, nhóm đã xác định được các dòng vào và dòng ra cơ bản của quá trình sản xuất. Cần lưu ý việc gọi tên các công đoạn cho thống nhất (theo bản chất công nghệ như “chế biến”, hoặc theo thiết bị như “lò điện hồ quang”). Tại các công việc tiếp theo, chi tiết của các công đoạn như quá trình trung chuyển giữa các công đoạn, các giai đoạn công nghệ và các phát thải cần được liệt kê cụ thể. Do đó, xin được khuyến cáo cách gọi tên bước công nghệ theo bản chất công nghệ.

Ví dụ việc triển khai sản xuất sạch hơn tại nhà máy thép Thủ Đức chưa đề cập đến bộ phận phụ trợ như làm mát nước tuần hoàn, cấp nhiệt..., cũng là bộ phận có thể đem lại tiết kiệm cho doanh nghiệp khi có khảo sát và cải tiến.

| <b>Phiếu công tác số 4. Hiện trạng quản lý nội vi</b>  |  |
|--|--|
| Khu vực  | Quan sát   |
| Nhập liệu  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bố trí mặt bằng tiếp nhận nguyên liệu</li> <li>- Phân loại và vận chuyển nguyên liệu</li> <li>- Các rơi vãi nguyên liệu</li> </ul>                                  |
| Lò điện  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bố trí mặt bằng</li> <li>- Bảo dưỡng thiết bị</li> <li>- Nạp liệu, kiểm soát nhiệt độ quá trình luyện, tháo thép lỏng</li> <li>- Nhiệt mất mát/ Khí thải</li> </ul> |
| Lò tinh luyện  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Điều chỉnh thành phần hoá học</li> <li>- Đồng đều hoá nhiệt độ</li> <li>- Khử sâu tạp chất</li> </ul>   |
| Đúc  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nạp liệu, quy trình vận hành, ra sản phẩm</li> <li>- Xử lý và lưu trữ sản phẩm</li> <li>- Lượng và tính chất nước làm mát</li> </ul>                                |
| Phụ trợ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nước chảy tràn</li> <li>- Nhiệt độ nước sau làm mát</li> <li>- Hở lò</li> </ul>   |
| <p><i>Lưu ý: Các quan sát nêu ra không mang tính phê bình (ví dụ chưa thu hồi hết nước làm mát) mà cần thể hiện điều quan sát được (nước chảy tràn tại tháp làm mát). Điều này sẽ hỗ trợ việc đưa ra các biện pháp cải tiến được sáng tạo hơn.</i></p> |  |

Sau khi quan sát về cách thức quản lý, có thể nhóm đánh giá đã đưa ra được rất nhiều giải pháp SXSH mà chưa cần sử dụng các kỹ thuật phân tích tiếp theo. Đây là các giải pháp hiển thị rõ ràng mà trước đây chưa được lưu tâm khi vận hành. Việc mời các chuyên gia bên ngoài tham gia, tham quan, khảo sát ở bước này là đặc biệt có hiệu quả.

Kiểm soát quy trình vận hành theo kinh nghiệm và quản lý mặt bằng trong nhà máy thép thường bị bỏ qua và là phần đơn giản nhất, hấp dẫn nhất để bắt đầu các bước tiếp cận SXSH. Hơn nữa, rất nhiều phương án SXSH đã được xác định là những phương án có thể thực hiện trong thời gian ngắn, chi phí thấp, chỉ cần những thay đổi nhỏ về thiết bị hoặc cải thiện về duy trì bảo dưỡng. Việc áp dụng những biện pháp này đã chứng minh là một khởi đầu tốt cho các cố gắng SXSH của nhà máy, khuyến khích nhà quản lý cũng như các cán bộ cố gắng hơn nữa khi tiến hành đánh giá SXSH.

| <b>Phiếu công tác số 5. Chi phí nguyên liệu đầu vào</b>  |        |                        |                          |                                      |                              |
|--|--------|------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
|  |        |                        |                          |                                      | Thời điểm: tháng/năm ....    |
| Tên nguyên liệu, nhiên liệu sử dụng  | Đơn vị | Đơn giá<br>Đồng/đơn vị | Lượng sử dụng<br>tấn/năm | Lượng sử dụng<br>đơn vị/tấn sản phẩm | Chi phí<br>đồng/tấn sản phẩm |
| Sắt thép phế loại<br>Gang thỏi<br>FeMn<br>FeSi<br>Al<br>....   |        |                        |                          |                                      |                              |
| Điện<br>Nước<br>Gas<br>Oxi<br>....   |        |                        |                          |                                      |                              |
| Điện cực<br>Chất trợ dung<br>Than cám<br>Vật liệu chịu lửa   |        |                        |                          |                                      |                              |
| <p><i>Lưu ý bảng trên chỉ bao gồm chi phí cho nguyên nhiên liệu chính. Đây là cơ sở dùng để đo đạc hiệu quả chương trình, đồng thời cũng phần nào chỉ ra tỷ lệ tương quan giữa các loại nguyên liệu. Bức tranh chi phí sản xuất tổng thể còn được bổ sung bởi chi phí nhân sự, năng lượng và vận hành hệ thống xử lý môi trường.</i></p> |        |                        |                          |                                      |                              |

| <b>Ví dụ cho Phiếu công tác số 5.</b>   |        |                          |                                      |
|---|--------|--------------------------|--------------------------------------|
| <b>Chi phí nguyên liệu đầu vào Nhà máy thép Thủ Đức</b>   |        |                          |                                      |
|   |        |                          | Thời điểm: năm 2001                  |
| Tên nguyên liệu, nhiên liệu sử dụng   | Đơn vị | Lượng sử dụng<br>tấn/năm | Lượng sử dụng<br>đơn vị/tấn sản phẩm |
| Thép vụn  | tấn    | 58.688                   | 1,15                                 |
| FeMn75  | kg     | 478.000                  | 9,3                                  |
| FeSi65  | kg     | 399.000                  | 7,8                                  |
| Điện  | kwh    | 35.671.981               | 700                                  |
| Nước  |        | -                        |                                      |
| ....  |        | -                        |                                      |
| Điện cực  | kg     | 176.000                  | 3,44                                 |
| Dầu nhớt  | Lít    | 123.952                  | 2,434                                |
| Mỡ bôi trơn các loại  | kg     | 876                      | 0,017                                |
| <p><i>Nhận xét: bảng chi phí nguyên liệu càng chi tiết và đầy đủ càng hỗ trợ việc xác định chi phí dòng thải (phiếu công tác số 8) chính xác.</i></p> |        |                          |                                      |

*Bảng trên chưa có giá thành nguyên liệu nên còn thiếu thông tin quan trọng cho việc phân tích tiếp theo*

*Khi doanh nghiệp có nhiều loại chi phí nguyên liệu, chỉ liệt kê các chi phí chính trong bảng này, phần còn lại chuyển xuống phụ lục.*

## 4.2 Bước 2: Phân tích các công đoạn sản xuất

*Mục đích của bước này nhằm thu được sự thống nhất chung của nhóm về:*

*Quy trình sản xuất, các thông số kiểm soát*

*Xác định các tổn thất quan trọng trong dây chuyền sản xuất và chi phí tương ứng*

*Xác định đầy đủ các nguyên nhân sinh ra tổn thất đó*

### 4.2.1 Công việc 3: Chuẩn bị sơ đồ dây chuyền sản xuất

Việc chuẩn bị sơ đồ dây chuyền sản xuất, sơ đồ qui trình công nghệ, là một bước quan trọng trong phân tích đánh giá SXSH. Sơ đồ khối của dây chuyền sản xuất bao gồm các công đoạn sản xuất (không theo tên thiết bị) với các dòng đầu vào, đầu ra, chất thải và phát thải. Mọi nguyên nhiên vật liệu sử dụng đều nên có trong sơ đồ này vì nguyên liệu đó sẽ hoặc nằm lại trong sản phẩm hoặc thất thoát theo dòng thải. Các nguyên nhiên vật liệu ít khi dùng cũng cần được nêu rõ tên. Mặc dù nhóm đánh giá SXSH đã quen thuộc với dây chuyền công nghệ, có thể phải tiến hành tham quan khảo sát nơi sản xuất một vài lần trước khi thống nhất được sơ đồ dây chuyền sản xuất dùng để sử dụng cho đánh giá SXSH.

Với quy mô sản xuất lớn hoặc triển khai SXSH mang tính thí điểm, dây chuyền sản xuất chi tiết sẽ được xây dựng cho khu vực được chọn để triển khai. Đây phải là khu vực gây ô nhiễm lớn nhất. Các doanh nghiệp sản xuất thép bằng lò điện hồ quang có dây chuyền sản xuất đơn giản, việc áp dụng SXSH thường được tiến hành triển khai trên toàn bộ dây chuyền, hoặc với khâu luyện thép tại lò điện hồ quang.

*Lưu ý: Sơ đồ công nghệ tốt nhất cần đạt được các điểm sau:*

*Tên công đoạn sản xuất được mô tả trong hộp chữ nhật ở giữa.*

*Liệt kê đầy đủ các dòng đầu vào, đầu ra. Dòng đầu vào ghi bên phải, dòng đầu ra ghi bên trái của hộp mô tả công đoạn đó.*

*Bao gồm các dòng tuần hoàn nguyên nhiên vật liệu, bao gồm cả phần thu hồi và tái sử dụng.*

*Với các dòng nguyên liệu, dòng phát thải (như điện cực, vật liệu dầm lò) không được sử dụng hàng ngày nên có ghi chú.*



Như đã đề cập trong phần nhận xét của phiếu công tác số 4 được thực hiện tại nhà máy thép Thủ Đức, phần lập sơ đồ công nghệ này cần lưu ý tới các công đoạn chi tiết hơn như vận chuyển nguyên liệu, các giai đoạn nạp liệu, gia nhiệt, tháo sản phẩm...

#### 4.2.2 Công việc 4: Cân bằng vật liệu

Cân bằng nguyên nhiên vật liệu thực chất là công cụ thống kê ghi lại một cách định lượng nguyên nhiên vật liệu sử dụng tại mỗi công đoạn sản xuất. Cân bằng nguyên nhiên vật liệu tốt đóng vai trò quan trọng trong đánh giá SXSH vì nhờ đó có thể định lượng các mất mát hoặc phát tán chưa biết. Cân bằng nguyên nhiên vật liệu tốt còn hỗ trợ việc đánh giá lợi ích – chi phí của giải pháp SXSH. Nguyên tắc cơ bản của cân bằng nguyên nhiên vật liệu là nguyên nhiên vật liệu đó đi vào dây chuyền sẽ phải ra khỏi dây chuyền sản xuất ở một thời điểm nào đó, dưới một dạng nào đó. Nguyên vật liệu có thể được cân bằng dưới một trong hai hình thức sau:

- Cân bằng tổng thể: dùng cho tất cả các dòng nguyên nhiên vật liệu vào dây chuyền sản xuất. Cân bằng được tiến hành qua từng công đoạn với sự biến đổi của tất cả các thành phần tham gia vào dây chuyền sản xuất.
- Cân bằng cấu tử: chỉ dùng cho một loại nguyên liệu hoặc cấu tử có giá trị. Theo dõi biến đổi của cấu tử này trên mỗi công đoạn.

Sử dụng phiếu công tác số 6 để ghi lại cân bằng nguyên nhiên vật liệu. Có hai cách ghi thể hiện cân bằng nguyên nhiên vật liệu: theo bảng hoặc theo sơ đồ quy trình công nghệ. Khi sử dụng sơ đồ quy trình công nghệ để ghi lại cân bằng nguyên nhiên vật liệu cần ghi rõ thành phần, nồng độ của từng loại nguyên nhiên vật liệu vào và ra. Cân bằng nguyên nhiên vật liệu có thể dựa trên đo đạc, ghi chép của một mẻ, một ngày hoặc một năm sản xuất.

| <b>Phiếu công tác số 6. Cân bằng vật liệu</b> |  |       |            |       |             |                          |            |
|---|--|-------|------------|-------|-------------|--------------------------|------------|
| Cơ sở tính: ngày/tháng/năm                    |  |       |            |       |             |                          |            |
| Công đoạn                                     | Đầu vào  |       | Đầu ra     |       | Dòng thải   |                          |            |
|   | Loại   | Lượng | Loại       | Lượng | Lỏng        | Rắn                      | Khí        |
| Công đoạn 1                                   | Nguyên liệu ...<br>Nguyên liệu ...<br>Nhiên liệu ...<br>Nhiên liệu ... |       | Sản phẩm 1 |       | Lỏng<br>1.1 | Rắn<br>2.1<br>Rắn<br>2.2 | Khí<br>3.1 |
| Công đoạn 2                                   | Sản phẩm 1<br>Nguyên liệu ...<br>Nhiên liệu...                         |       | Sản phẩm 2 |       | ...         | ...                      | ...        |
|   |  |       |            |       |             |                          |            |

Lưu ý:

Không có cân bằng nào là hoàn thiện cả. Khi ghép số liệu của từng công đoạn và số liệu tổng thể của cả dây chuyền sẽ xuất hiện sai số do tính chính xác của số liệu, do tổng của nhiều dòng thải nhỏ chưa được kể đến như bay hơi, rơi vãi... Mục đích của cân bằng vật liệu là tìm ra các dòng thải lãng phí lớn nhất để tập trung giảm thiểu.

Số liệu dùng trong cân bằng vật liệu có thể được thu thập từ: sổ sách ghi chép hoặc đo đạc trực tiếp. Các số liệu sử dụng cần quy đổi về cùng một đơn vị sản phẩm. Riêng đối với bột phải quy đổi ở dạng khô tuyệt đối tránh độ ẩm nguyên liệu thô là khác nhau

Số liệu dòng thải trong cân bằng vật liệu lý tưởng nhất là có kèm thêm thông số về nguyên liệu hoặc dạng biến đổi mới của nguyên liệu bị mất theo dòng thải để tiện cho việc xác định chi phí dòng thải ở bước tiếp theo.

Mỗi dòng thải nên được đánh số (ví dụ L1, L2, L3 cho dòng thải lỏng, K cho khí và R cho rắn) để tiện cho việc xác định chi phí cũng như phân tích nguyên nhân tiếp theo.

### Ví dụ cho Phiếu công tác số 6.

Cân bằng vật liệu tại Nhà máy Thép Thủ Đức

Cơ sở tính: năm 2001

| Công đoạn         | Đầu vào               |                        | Đầu ra                |            | Dòng thải                                  |                                       |  |
|-------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------|--|---------------------------------------|--|
|                   | Loại                  | Lượng                  | Loại                  | Lượng      | Lỏng                                       | Rắn                                   | Khí  |
| Chế biến thép phé | Thép phé & gang vụn   | 58.688 tấn             | Thép phé sau chế biến | 56.947 tấn | L1. Dầu, mỡ bôi trơn                       | R1. Đất, cát, phi kim loại: 1.741 tấn |  |
|                   | Điện                  | 336.000 kWh            |                       |            |  |                                       |  |
|                   | Mỡ bôi trơn           | 45 kg                  |                       |            |  |                                       |  |
| Lò điện hồ quang  | Thép phé sau chế biến | 56.947 tấn             | Thép lỏng             | 51.943 tấn | L2. Nước thải rò rỉ: 11.200 m <sup>3</sup> | R2. Xỉ: 4500 tấn                      | K1. Khí thải, ước tính 12.000 tấn COx, NOx, Sox, bụi 850 tấn |
|                   | FeMn75                | 477.910 kg             |                       |            |  |                                       |  |
|                   | FeSi65                | 399.550 kg             |                       |            |  |                                       |  |
|                   | Điện cực              | 176.340 kg             |                       |            |  |                                       |  |
|                   | Điện                  | 35.321.981 kWh         | Kim loại thu hồi      | 1020 tấn   | R3. Đất đá thải: 700 tấn                   |                                       |  |
|                   | Nước                  | 894.000 m <sup>3</sup> |                       |            |  |                                       |  |
|                   | Dầu nhớt              | 124.000 lít            |                       |            |  |                                       |  |

**Ví dụ cho Phiếu công tác số 6.**

Cân bằng vật liệu tại Nhà máy Thép Thủ Đức

Cơ sở tính: năm 2001

| Công đoạn | Đầu vào       |          | Đầu ra         |                        | Dòng thải |                      |     |
|-----------|---------------|----------|----------------|------------------------|-----------|----------------------|-----|
|           | Loại          | Lượng    | Loại           | Lượng                  | Lỏng      | Rắn                  | Khí |
|           | Mỡ bôi trơn   | 876 kg   |                |                        |           |                      |     |
|           | Vôi           | 1730 tấn | Nước tuần hoàn | 864.000 m <sup>3</sup> |           | R4. Vẩy cán 3500 tấn |     |
|           | Dolomit chín  | 67 tấn   |                |                        |           |                      |     |
|           | Than antraxit | 70 tấn   |                |                        |           |                      |     |
|           | Gạch chịu lửa | 1060 tấn |                |                        |           |                      |     |

**Nhận xét:**

Bảng cân bằng vật liệu nêu trên đã chỉ ra được loại và lượng của dòng thải, là nội dung quan trọng để tiến hành phân tích chi phí dòng thải (hay tổn thất) trong các bước sau. Tuy nhiên, bảng cân bằng này cũng được thực hiện chưa chuẩn xác, có thể dẫn đến sai lệch số liệu khi kết luận do các nguyên nhân sau:

Chỉ liệt kê các công đoạn sản xuất chính, cần có thêm các công đoạn trung gian và phụ trợ. Theo sơ đồ công nghệ, quy trình tại nhà máy có thêm công đoạn đúc liên tục, chưa được xem xét trong cân bằng vật liệu

Đơn vị đối với vật chất là kg và tấn dễ dẫn đến nhầm lẫn trong tính toán

Thông thường, năng lượng được lập trong bảng cân bằng khác, không sử dụng chung với bảng cân bằng vật chất.

Trong đầu vào có dầu mỡ bôi trơn nhưng chưa được thể hiện trong cân bằng tương ứng với dòng thải hay sản phẩm.

Cân bằng chất rắn trong công đoạn lò điện hồ quang: tổng chất thải rắn là 9.720 tấn (bao gồm cả xỉ), sản phẩm là 51.943 tấn thép lỏng, tương ứng với 61.663 tấn chất rắn đầu ra. Tuy nhiên, lượng chất rắn đầu vào là 69.874 tấn, gồm thép (56.947 tấn), FeMn75 & FeSi65 (877 tấn), vôi (1730 tấn), dolomit chín (67 tấn), than antraxit (70 tấn) và gạch chịu lửa (1060 tấn). Nếu xét đến 850 tấn bụi theo khí thải thì vẫn chưa đạt được cân bằng chất rắn.

Cân bằng nước trong lò điện hồ quang: chưa xét đến 18.800 m<sup>3</sup> chênh lệch cân bằng nước đầu vào và đầu ra do bay hơi (phát thải khí). Với lò điện hồ quang, tỷ lệ này (2%) là thấp - Cần xem xét tỷ lệ lượng nước bay hơi này có đúng theo thực tế đo đạc không bằng cách xác định lại tổng lượng nước đầu ra gồm nước tuần hoàn được và nước thải rò rỉ.

*Khí thải phát sinh trong lò điện hồ quang là vấn đề quan trọng nhất. Khí thải này không những mang theo một phần nguyên liệu, mà còn phát sinh chi phí xử lý cho doanh nghiệp. Lượng và thành phần khí thải cần được xác định trong cân bằng vật liệu và kiểm chứng thực tế bằng đo đạc để làm cơ sở cho các bước xác định tiếp theo.*

*Giả định số liệu đầu vào và sản phẩm là không đổi, phần cân bằng vật liệu đã tính toán chưa chính xác lượng chất thải, cũng là phần nguyên liệu thải ra môi trường. Lượng thải ra môi trường thực tế lớn hơn lượng do cân bằng vật liệu xác định.*

#### **4.2.3 Công việc 5: Xác định chi phí của dòng thải**

Mỗi dòng thải ra môi trường đều mang theo nguyên, nhiên vật liệu đầu vào, đồng thời có thể cần chi phí xử lý trước khi được phép thải vào môi trường. Việc xác định chi phí dòng thải bao gồm xác định được tổng hai chi phí này – chi phí nguyên liệu mất theo dòng thải và chi phí xử lý môi trường.

Việc xác định tổn thất nguyên, nhiên vật liệu, bán thành phẩm, sản phẩm có trong dòng thải dựa vào thông tin thu được từ cân bằng vật liệu (phiếu công tác số 6) nhân với đơn giá nguyên liệu bị mất mát (phiếu công tác số 5). Lượng và đặc tính dòng thải được xác định trong phiếu công tác số 6 được mô tả chi tiết tại phiếu công tác số 7 nhằm xác định mức đơn giá áp dụng cho các thành phần nguyên liệu tương ứng. Với quan niệm dòng thải là nguồn tải nguyên nhiên liệu được đặt không đúng chỗ, trong phiếu công tác số 7, thành phần và nguồn gốc nguyên liệu sinh ra thành phần thải là đặc biệt quan trọng trong việc xác định đơn giá nguyên liệu áp dụng cho dòng thải đó.

| <b>Phiếu công tác số 7. Đặc tính dòng thải</b> |               |                            |                           |        |       |
|--|---------------|----------------------------|---------------------------|--------|-------|
| Đơn vị tính: ngày/tháng/năm                    |               |                            |                           |        |       |
| Công đoạn                                      | Tên dòng thải | Thành phần trong dòng thải | Nguồn gốc thành phần thải | Đơn vị | Lượng |
|  |               |                            |                           |        |       |
|  |               |                            |                           |        |       |
|  |               |                            |                           |        |       |
|  |               |                            |                           |        |       |
|  |               |                            |                           |        |       |
|  |               |                            |                           |        |       |

**Ví dụ cho Phiếu công tác số 7.****Đặc tính dòng thải tại Nhà máy thép Thủ Đức**

Đơn vị tính: năm

| Công đoạn         | Tên dòng thải        | Thành phần trong dòng thải     | Nguồn gốc thành phần thải                           | Đơn vị              | Lượng   |        |
|-------------------|----------------------|--------------------------------|---|---------------------|---------|--------|
| Chế biến thép phế | R1. Chất thải rắn    | Đất, cát, phi kim loại         | Thép vụn  | tấn/năm             | 1.741   |        |
|                   | L1. Dầu, mỡ bôi trơn | Dầu mỡ bôi trơn                | Dầu mỡ bôi trơn                                     | kg/năm              | 876     |        |
| Lò điện hồ quang  | L2. Nước thải rò rỉ  | Nước                           | Nước cấp  | m <sup>3</sup> /năm | 11.200  |        |
|                   | R2. Xi               | CaO, SiO <sub>2</sub>          | Chất tạo xỉ   | tấn/năm             | 4.500   |        |
|                   | R3. Đất đá thải      | Đất, đá                        | Thép phế  | tấn/năm             | 700     |        |
|                   | R4. Vẩy sắt          | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Ôxy hoá sắt   | tấn/năm             | 3500    |        |
|                   | K1. Khí thải         |                                | CO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> | Cháy nhiên liệu     | tấn/năm | 12.000 |
|                   |                      |                                | Bụi   | Thép phế            | tấn/năm | 850    |

**Nhận xét:**

Việc tách thành phần thải và nguồn nguyên liệu sinh ra dòng thải đó giúp cho việc áp mức giá tổn thất nguyên liệu được dễ dàng hơn. Ví dụ: chi phí nguyên liệu cho dòng thải R1 (bao gồm đất cát và các chất phi kim loại) trong khâu chế biến liệu bằng đơn giá thép phế nhân với lượng R1 đó.

Trong công việc này, có thể xem xét đến lượng nguyên liệu thu hồi như một dòng thải trong một bảng riêng để có phân tích tiếp theo riêng.

Việc chi tiết hóa sơ đồ công nghệ và phân tích cân bằng vật liệu tốt sẽ ảnh hưởng đến kết quả xác định chi phí các dòng thải trong công việc này.

Chi phí xử lý môi trường được xác định bằng chi phí vận hành hệ thống xử lý nhân với với lượng chất thải được xác định trong cân bằng vật liệu (phiếu công tác số 6).

Tổng hợp chi phí dòng thải được thực hiện trong phiếu công tác số 8.

| <b>Phiếu công tác số 8. Chi phí dòng thải</b> |                     |      |               |      |      |
|---|---------------------|------|---------------|------|------|
| Đơn vị tính: ngày/tháng/năm                   |                     |      |               |      |      |
| Tên dòng thải                                 | Chi phí nguyên liệu |      | Chi phí xử lý |      | TỔNG |
|   | Lượng               | Tiền | Lượng         | Tiền |      |
|   |                     |      |               |      |      |
|   |                     |      |               |      |      |
|   |                     |      |               |      |      |
|   |                     |      |               |      |      |

*Thực tế nhiều doanh nghiệp chưa xét đến chi phí ẩn là chi phí nguyên liệu mất mát theo dòng thải mà chỉ xét chi phí xử lý môi trường đối với các dòng thải làm ảnh hưởng đến quyết định đầu tư môi trường.*

| <b>Ví dụ cho Phiếu công tác số 8.</b>             |                     |      |               |      |      |
|---|---------------------|------|---------------|------|------|
| <b>Chi phí dòng thải tại Nhà máy thép Thủ Đức</b> |                     |      |               |      |      |
| Đơn vị tính: năm                                  |                     |      |               |      |      |
| Tên dòng thải                                     | Chi phí nguyên liệu |      | Chi phí xử lý |      | TỔNG |
|   | Lượng               | Tiền | Lượng         | Tiền |      |
| R1. Đất cát phi kim loại từ chế biến thép phế     | 1.741               |      | 1.741         |      |      |
| L1. Dầu mỡ bôi trơn từ chế biến thép phế          |                     |      |               |      |      |
| L2. Nước thải rò rỉ từ lò hồ quang                | 11.200              |      | 11.200        |      |      |
| R2. Xỉ từ lò hồ quang                             | 4.500               |      | 4.500         |      |      |
| R3. Đất đá thải từ lò hồ quang                    | 700                 |      | 700           |      |      |
| R4. Vảy sắt từ lò hồ quang                        | 3.500               |      | 3.500         |      |      |
| K1. Khí thải từ lò hồ quang                       | 12.000              |      | 12.000        |      |      |
| K1. Bụi trong khí thải từ lò điện hồ quang        | 850                 |      | 850           |      |      |

*Nhận xét: Để xác định được tốt nhất tổng giá trị dòng thải và so sánh mức độ quan trọng của các dòng thải, các số liệu được xác định trong phiếu công tác 5 (chi phí nguyên liệu) và phiếu công tác số 6 (cân bằng vật liệu) đóng vai trò quan trọng.*

*Do thiếu số liệu trong bảng 5, kết quả xác định chi phí dòng thải Nhà máy thép Thủ Đức đã không chỉ ra được mức độ tổn thất của dòng thải bằng giá tiền.*

#### **4.2.4 Công việc 6: Xác định các nguyên nhân của dòng thải**

Có nhiều cách để thực hiện công việc này một cách có hệ thống thông qua việc rà soát các phạm vi liên quan đến từng dòng thải. Điều cần chú ý trong phân tích nguyên nhân dòng thải là luôn ghi lại các nguyên nhân theo thực tế vận hành hiện tại/quan sát được. Các nguyên nhân xác định không mang tính chỉ trích hoặc phê phán.

Nguyên nhân của dòng thải được xác định một cách có hệ thống và đầy đủ nhất khi sử dụng phương pháp thảo luận nhóm và biểu đồ Ishikawa (hay còn gọi là biểu đồ xương cá). Biểu đồ Ishikawa là một trong bảy loại biểu đồ kiểm soát chất lượng, được coi là công cụ phổ biến nhất để thực hiện phân tích nhân-quả. Để xây dựng biểu đồ này cần dùng phương pháp xem xét 4M1E, bao gồm con người (man), phương pháp thực hiện (method), nguyên liệu (material), máy móc (machine) và môi trường (environment).

Cũng có thể xác định nguyên nhân dòng thải dựa trên các câu hỏi cơ bản sau: bản chất của công đoạn đó là gì? (vậy dòng thải sinh ra có phải để đáp ứng mục đích của công đoạn đó không?); tại sao sinh ra ô nhiễm nhiều như thế? (có phải do ảnh hưởng của công đoạn trước hay do công đoạn này dùng lãng phí nguyên nhiên vật liệu?) và có thể làm gì được với dòng thải này (có thực hiện tuần hoàn tái sử dụng được không) ? ...

Dù thực hiện bằng cách này hay cách khác, cần tiến hành phân tích nguyên nhân cho mỗi dòng thải trong cùng một hệ thống và tìm các nguyên nhân bằng câu hỏi “tại sao”.

*Lưu ý :*

*Cách rà soát nguyên nhân đầy đủ nhất là theo dòng thải đã được đánh số ở phiếu công tác 6. Mỗi một dòng thải sẽ có thể có một hoặc một vài nguyên nhân tương ứng. Các nguyên nhân này cũng sẽ được đánh số thứ tự theo số thứ tự của dòng thải. Trong một số trường hợp cần đánh giá nhanh, nguyên nhân được xác định theo nguyên nhiên liệu tiêu thụ chính (như điện, nước...tiêu thụ cao). Không khuyến cáo xác định nguyên nhân theo công đoạn mà không bám*

*theo dòng thải vì sẽ không đảm bảo xem xét hết được các nguyên nhân tiềm năng. Việc đưa ra các nguyên nhân càng chi tiết thì các giải pháp được đề xuất càng phong phú.*

Phiếu công tác số 9 có thể được dùng để ghi lại các nguyên nhân của dòng thải.

| <b>Phiếu công tác số 9. Phân tích nguyên nhân dòng thải</b> |           |             |          |            |
|---|-----------|-------------|----------|------------|
| Dòng thải số  | Công đoạn | Nguyên nhân | Chủ quan | Khách quan |
| L1  |           |             |          |            |
| L2  |           |             |          |            |
|   |           |             |          |            |

| <b>Ví dụ cho Phiếu công tác số 9.</b>                           |                   |  |          |            |
|---|-------------------|--|----------|------------|
| <b>Phân tích nguyên nhân dòng thải tại Nhà máy Thép Thủ Đức</b> |                   |  |          |            |
| Dòng thải số  | Công đoạn         | Nguyên nhân  | Chủ quan | Khách quan |
| R1. Đất cát phi kim loại  | Chế biến thép phế | R1.1. Các loại tạp chất phi kim loại, đất cát, dầu mỡ lẫn vào thép phế liệu                                    |          | X          |
| L1. Dầu mỡ bôi trơn   | Chế biến thép phế | L1.1. Do các thiết bị, máy móc đã cũ, không được bảo dưỡng tốt nên rò rỉ dầu mỡ bôi trơn, dầu dùng truyền động | X        |            |
| L2. Nước thải rò rỉ   | Lò hồ quang       |  |          |            |
| R2. Xỉ  | Lò hồ quang       |  |          |            |
| R3. Đất đá thải   | Lò hồ quang       |  |          |            |
| R4. Vẩy cán   | Lò hồ quang       |  |          |            |
| K1. Khí thải từ lò hồ quang, bụi                                | Lò hồ quang       | K1.1. Do liệu lẫn nhiều tạp chất hoặc có dính dầu mỡ   |          | X          |
|   |                   | K1.2. So nắp lò, cửa thao tác lò không được đóng kín   | X        |            |
|   |                   | K1.3. Các thiết bị, chi tiết máy không được bảo dưỡng thường xuyên   | X        |            |
|   |                   | K1.4. Các đường ống bị rò rỉ, túi lọc hư không được thay thế kịp thời  | X        |            |
|   |                   | K1.5. Bụi phi tràn ra khi mở nắp lò để nạp liệu  | X        |            |



*Nhận xét:*

*Việc phân tích nguyên nhân ở Nhà máy Thép Thủ Đức hiện chỉ tập trung vào 3 nguồn chất thải chính là R1, L1 và K1 nên sẽ bỏ sót các nguyên nhân cũng như cơ hội để giảm thiểu các dòng thải khác đã được xác định.*

*Việc phân tích theo một hệ thống sẽ dẫn đến nhiều nguyên nhân hơn, qua đó có thêm cơ hội cải thiện giảm dòng thải.*

*Ưu điểm trong ví dụ phân tích nguyên nhân ở trên là phần lớn các nguyên nhân dựa trên quan sát khách quan.*

*Các khía cạnh phân tích nguyên nhân có thể được tiếp tục khai thác thêm. Ví dụ, khi xét đến dòng thải là đất, cát, các chất phi kim loại (R1), ngoài việc xem xét bản chất nguyên liệu, có thể xem xét thêm đến yếu tố con người, máy móc, phương pháp thu mua, cũng như môi trường nguyên liệu được thu gom để bán như: nhà máy có xác định và yêu cầu tỷ lệ tối thiểu của thành phần này trong nguyên liệu không, nguồn nguyên liệu hiện có trên thị trường, khoảng cách giữa yêu cầu của nguyên liệu đưa vào lò và nguyên liệu thu mua....*

*Lưu ý phần này cần chỉ ra được nguyên nhân gốc rễ tại sao có dòng thải đó từ công nghệ và vận hành, quản lý sản xuất. Một phần của nguyên nhân K1.4 (túi lọc hư không được thay thế kịp thời) là giải pháp khắc phục dòng thải, không phải là nguyên nhân gốc rễ sinh ra dòng thải đó.*

### **4.3 Bước 3: Đề ra các giải pháp SXSH**

*Mục đích của bước này nhằm thu được đóng góp ý kiến về:*

*Các cơ hội sản xuất sạch hơn*

*Phân loại sơ bộ các cơ hội theo khả năng thực hiện*

*Triển khai các cơ hội có thể làm ngay*

#### **4.3.1 Công việc 7: Đề xuất các cơ hội SXSH**

Các cơ hội SXSH không nhất thiết phải là giải pháp SXSH. Việc xác định đầy đủ nguyên nhân gốc rễ sinh ra các dòng thải (phiếu công tác số 9) cùng với việc xác định chi phí dòng thải (phiếu công tác số 8) là cơ sở để đề xuất các cơ hội SXSH.

Cần có thảo luận nhóm SXSH ở Công việc này. Cũng có thể mời thêm các chuyên gia bên ngoài để tham gia ý kiến. Đó có thể là các chuyên gia về công nghệ, năng lượng hoặc về sản xuất sạch hơn. Tại Công việc này, cần tiếp nhận tất cả các ý tưởng đề xuất và coi đó là cơ hội sản xuất sạch hơn mà chưa xét đến tính khả thi của chúng.

Phiếu công tác số 10 ghi lại các cơ hội do nhóm đề xuất. Với mỗi nguyên nhân được xác định ở phiếu công tác số 9 có thể không có, có một hoặc nhiều cơ hội. Các cơ hội đó nên được tiếp tục đánh số theo số của nguyên nhân/ dòng thải tương ứng.

| <b>Phiếu công tác số 10. Các cơ hội SXSH</b> |        |      |    |    |    |    |    |    |
|--|--------|------|----|----|----|----|----|----|
| Nguyên nhân                                  | Cơ hội | QLNV | NL | QT | TB | CN | TH | SP |
| ....   | 1.1.1  |      |    |    |    |    |    |    |
|  | 1.1.2  |      |    |    |    |    |    |    |
|  |        |      |    |    |    |    |    |    |
|  | TỔNG   |      |    |    |    |    |    |    |

*Ghi chú: QLVN: Quản lý nội vi, NL: thay đổi nguyên liệu, QT: Cải tiến quá trình, TB: cải tiến thiết bị, CN: thay đổi công nghệ, TH: tuần hoàn, tái sử dụng, SP: cải tiến sản phẩm*

*Lưu ý:*  
 Ứng với một nguyên nhân có thể có nhiều hơn 1 cơ hội. Việc phân tích nguyên nhân mang tính khách quan sẽ mở ra nhiều cơ hội cải thiện.

| <b>Ví dụ cho Phiếu công tác số 10.</b>   |  |      |    |    |    |    |    |    |
|--|--|------|----|----|----|----|----|----|
| <b>Các cơ hội SXSH tại Nhà máy Thép Thủ Đức</b>  |  |      |    |    |    |    |    |    |
| Nguyên nhân  | Cơ hội   | QLNV | NL | QT | TB | CN | TH | SP |
| R1.1. Các loại tạp chất phi kim loại, đất cát, dầu mỡ lẫn vào thép phế liệu                                    | R1.1.1. Kiểm soát kỹ quá trình mua liệu, không nhận các xe liệu không đạt yêu cầu  |      | X  |    |    |    |    |    |
| L1.1. Do các thiết bị, máy móc đã cũ, không được bảo dưỡng tốt nên rò rỉ dầu mỡ bôi trơn, dầu dùng truyền động | L1.1.1. Thay thế các chi tiết không đảm bảo độ kín, thường xuyên bảo dưỡng các chi tiết máy, đường ống dẫn bị hư hỏng hoặc rò rỉ | X    |    |    |    |    |    |    |
| K1.1. Do liệu lẫn nhiều tạp chất hoặc có dính dầu mỡ   | K1.1.1. Xử lý thật tốt liệu từ khâu chế biến liệu, loại bỏ tất cả các tạp chất, chất gây cháy nổ                                 | X    |    |    |    |    |    |    |
|  | K1.1.2. Sử dụng máy băm, máy ép liệu thành bánh  |      |    |    | X  |    |    |    |
| K1.2. Do nắp lò, cửa thao tác lò không   | K1.2.1. Áp dụng quy trình nấu luyện của nhà máy  |      |    | X  |    |    |    |    |
|  | K1.2.2. Giảm tối đa thời gian mở   |      |    | X  |    |    |    |    |

|   |  |   |   |   |   |  |  |  |
|---|--|---|---|---|---|--|--|--|
| được đậy kín  | nắp lò   |   |   |   |   |  |  |  |
| K1.3. Các thiết bị, chi tiết máy không được bảo dưỡng thường xuyên    | K1.3.1. Bảo dưỡng thường xuyên máy móc và thiết bị   | X |   |   |   |  |  |  |
| K1.4. Các đường ống bị rò rỉ, túi lọc hư không được thay thế kịp thời | K1.4.1. Thay thế kịp thời các đường ống, van bị rò rỉ  | X |   |   |   |  |  |  |
| K1.5. Bụi phi tràn ra khi mở nắp lò để nạp liệu                       | K1.5.1. Bảo dưỡng tốt hệ thống hút bụi, thay thế túi lọc, để hệ thống này làm việc được thường xuyên | X |   |   |   |  |  |  |
|   | TỔNG   | 5 | 1 | 2 | 1 |  |  |  |

*Ghi chú: QLVN: Quản lý nội vi, NL: thay đổi nguyên liệu, QT: Cải tiến quá trình, TB: cải tiến thiết bị, CN: thay đổi công nghệ, TH: tuần hoàn, tái sử dụng, SP: cải tiến sản phẩm*

*Nhận xét:*

*Việc thực hiện phân tích nguyên nhân là đặc biệt quan trọng đối với kết quả của công việc đề xuất cơ hội. Phân tích nguyên nhân càng chi tiết và khách quan, càng nhiều cơ hội được đưa ra.*

*Việc phân tích nguyên nhân tại nhà máy Thép Thủ Đức đang ở mức cao, chưa sâu đến nguyên nhân gốc rễ nên hạn chế số lượng cơ hội triển khai.*

*Các nguyên nhân đưa ra chung chung dẫn đến cơ hội đề xuất cũng chung chung, không mang tính cụ thể với nhà máy được áp dụng. Ví dụ cơ hội R1.1.1. nên nêu kỹ kiểm soát như thế nào, như thế nào là đạt yêu cầu.*

*Việc phát triển cơ hội dựa trên các nguyên nhân phát sinh ra dòng thải cần có mối quan hệ chặt chẽ. Ví dụ cơ hội K1.1.2 không có liên quan đến nguyên nhân K1.1 nên sẽ kém sức thuyết phục*

#### **4.3.2 Công việc 8: Lựa chọn các cơ hội có thể thực hiện được**

Ngay sau khi có danh mục các cơ hội SXSH, nhóm sản xuất sạch sẽ phân loại sơ bộ các cơ hội đó theo hạng mục có thể thực hiện ngay, cần nghiên cứu tiếp hoặc loại bỏ. Chỉ cần thực hiện nghiên cứu khả thi với nhóm cơ hội cần nghiên cứu tiếp. Với các cơ hội bị loại, cần nêu lý do. Phiếu công tác số 11 ghi lại kết quả của việc phân loại này.

| <b>Phiếu công tác số 11. Sàng lọc các cơ hội SXSH</b> |                |                 |         |
|---|----------------|-----------------|---------|
| Cơ hội  | Thực hiện ngay | Nghiên cứu tiếp | Loại bỏ |
| 1.1.1   |                |                 |         |
| 1.1.2   |                |                 |         |
|   |                |                 |         |
| <b>TỔNG</b>   |                |                 |         |

*Lưu ý: với các giải pháp loại bỏ, cần nêu thêm lý do loại cơ hội đó để lưu hồ sơ. Trong một số trường hợp có thể xem xét lại các cơ hội bị loại.*

| <b>Ví dụ cho Phiếu công tác số 11.</b>   |                |                 |         |
|--|----------------|-----------------|---------|
| <b>Sàng lọc các cơ hội SXSH tại Nhà máy Thép Thủ Đức</b>   |                |                 |         |
| Cơ hội   | Thực hiện ngay | Nghiên cứu tiếp | Loại bỏ |
| R1.1.1. Kiểm soát kỹ quá trình mua liệu, không nhận các xe liệu không đạt yêu cầu  | X              |                 |         |
| L1.1.1. Thay thế các chi tiết không đảm bảo độ kín, thường xuyên bảo dưỡng các chi tiết máy, đường ống dẫn bị hư hỏng hoặc rò rỉ | X              |                 |         |
| K1.1.1. Xử lý thật tốt liệu từ khâu chế biến liệu, loại bỏ tất cả các tạp chất, chất gây cháy nổ                                 | X              |                 |         |
| K1.1.2. Sử dụng máy băm, máy ép liệu thành bánh  | X              |                 |         |
| K1.2.1. Áp dụng quy trình nấu luyện của nhà máy  | X              |                 |         |
| K1.2.2. Giảm tối đa thời gian mở nắp lò  | X              |                 |         |
| K1.3.1. Bảo dưỡng thường xuyên máy móc và thiết bị   | X              |                 |         |
| K1.4.1. Thay thế kịp thời các đường ống, van bị rò rỉ  | X              |                 |         |
| K1.5.1. Bảo dưỡng tốt hệ thống hút bụi, thay thế túi lọc, để hệ thống này làm việc được thường xuyên                             | X              |                 |         |
| <b>TỔNG</b>  | <b>9</b>       |                 |         |

## 4.4 Bước 4: Chọn lựa các giải pháp SXSH

Mục đích của bước này nhằm sắp xếp thứ tự ưu tiên thực hiện các giải pháp SXSH dựa trên:

Tính khả thi về mặt kỹ thuật

Tính khả thi về kinh tế

Tính tích cực về môi trường

Các giải pháp SXSH không chỉ đơn thuần là khả thi về mặt kỹ thuật, kinh tế, mà còn cần mang lại lợi ích về mặt môi trường. Do đó nội dung bước này nhằm hỗ trợ doanh nghiệp xác định thứ tự ưu tiên thực hiện các giải pháp sản xuất sạch hơn một cách đầy đủ.

### 4.4.1 Công việc 9: Phân tích tính khả thi về kỹ thuật

Phân tích khả thi kỹ thuật của giải pháp SXSH là kiểm tra ảnh hưởng của giải pháp đó đến quá trình sản xuất, sản phẩm, năng suất, an toàn... Trong trường hợp việc thực hiện giải pháp có thể gây ảnh hưởng đáng kể tới sản xuất thì cần kiểm tra và chạy thử ở quy mô phòng thí nghiệm để xác minh. Các hạng mục kiểm tra, đánh giá kỹ thuật điển hình được đưa ra trong phiếu công tác số 12.

Các giải pháp được xác định là khả thi về kỹ thuật sẽ tiếp tục được xem xét ở Công việc tiếp theo (phân tích tính khả thi về kinh tế). Các giải pháp được xác định là không khả thi về kỹ thuật do thiếu công nghệ, thiết bị, diện tích... cần được ghi lại trong hồ sơ để tiếp tục nghiên cứu.

| <b>Phiếu công tác số 12. Phân tích khả thi về kỹ thuật</b> |           |                 |       |           |
|--|-----------|-----------------|-------|-----------|
| Tên giải pháp  |           | Mô tả giải pháp |       |           |
| <b>Kết luận:</b> Khả thi/ Cần kiểm tra thêm/ Loại          |           |                 |       |           |
| <b>1. Yêu cầu kỹ thuật</b>                                 |           |                 |       |           |
| Nội dung   |           | Yêu cầu         |       | Đã có sẵn |
|  |           | Có              | Không |           |
| Đầu tư phần cứng   | Thiết bị  |                 |       |           |
|  | Công cụ   |                 |       |           |
|  | Công nghệ |                 |       |           |
| Diện tích  |           |                 |       |           |

|  |          |          |  |
|--|----------|----------|--|
| Nhân lực   |          |          |  |
| Thời gian dừng hoạt động   |          |          |  |
| <b>2. Tác động kỹ thuật</b>  |          |          |  |
| Lĩnh vực   | Tác động |          |  |
|  | Tích cực | Tiêu cực |  |
| Năng lực sản xuất  |          |          |  |
| Chất lượng sản phẩm  |          |          |  |
| Tiết kiệm năng lượng   |          |          |  |
| - về hơi   |          |          |  |
| - về điện  |          |          |  |
| An toàn  |          |          |  |
| Bảo dưỡng  |          |          |  |
| Vận hành   |          |          |  |
| Khác   |          |          |  |
| <i>Lưu ý: Mỗi phiếu công tác sử dụng để phân tích cho một giải pháp.</i> |          |          |  |

#### 4.4.2 Công việc 10: Phân tích tính khả thi về mặt kinh tế

Tính khả thi về mặt kinh tế là một thông số quan trọng đối với người quản lý để quyết định chấp nhận hay loại bỏ giải pháp SXSH. Phân tích tính khả thi về mặt kinh tế có thể được thực hiện bằng các thông số khác nhau. Đối với đầu tư thấp, thời gian hoàn vốn nhanh là phương pháp đủ tốt và thường được áp dụng. Phiếu công tác số 13 dùng để xác định tính khả thi về kinh tế. Phiếu công tác này cũng có thể được sửa đổi để cho thích hợp với các khả năng khác nhau.

Với các giải pháp SXSH không có tính khả thi về mặt kinh tế, không nên loại bỏ ngay mà cần ghi lại để nghiên cứu thêm vì những giải pháp đó có thể có những ảnh hưởng tích cực tới môi trường.

| <b>Phiếu công tác số 13. Phân tích khả thi về kinh tế</b> |            |                  |            |
|---|------------|------------------|------------|
| Tên giải pháp   |            | Mô tả giải pháp  |            |
| <b>Kết luận:</b> Khả thi/ Không khả thi                   |            |                  |            |
| <b>Đầu tư phân cứng</b>                                   | <b>VND</b> | <b>Tiết kiệm</b> | <b>VND</b> |

|   |  |
|---|--|
| Thiết bị  | Nguyên liệu  |
| Phụ trợ   | Năng lượng   |
| Lắp đặt   | Nguyên liệu phụ  |
| Vận chuyển  | Chi phí xử lý và thải bỏ   |
| Khác  | Khác   |
| TỔNG  | TỔNG   |
| <b>Chi phí vận hành năm VND</b>   |  |
| Khấu hao  | <b>LÃI THUẬN</b><br>=<br><b>TIẾT KIỆM – CHI PHÍ VẬN HÀNH</b><br><br><b>THỜI GIAN HOÀN VỐN</b><br>=<br><b>(ĐẦU TƯ/LÃI THUẬN) X 12 THÁNG</b> |
| Bảo dưỡng   |  |
| Nhân công   |  |
| Năng lượng  |  |
| Điện cực  |  |
| Vật liệu chịu lửa   |  |
| Khác  |  |
| TỔNG  |  |
| <i>Lưu ý việc điền thông tin cho mỗi giải pháp SXSH vào một phiếu công tác là lý tưởng trước khi tổng hợp danh mục các giải pháp khả thi.</i> |  |

#### 4.4.3 Công việc 11: Đánh giá ảnh hưởng đến môi trường

Các phương án SXSH phải được đánh giá trên phương diện ảnh hưởng của chúng tới môi trường. Trong nhiều trường hợp, ưu điểm về môi trường là hiển nhiên khi giảm hàm lượng chất độc hại hoặc lượng chất thải. Phiếu công tác số 14 có thể được sử dụng để kiểm tra tác động tích cực về môi trường của một giải pháp.

| <b>Phiếu công tác số 14. Phân tích ảnh hưởng đến môi trường</b> |  |                 |            |
|---|--|-----------------|------------|
| Tên giải pháp   |  | Mô tả giải pháp |            |
| <b>Kết luận:</b> Tích cực / Tiêu cực/ Không đổi                 |  |                 |            |
| Môi trường  | Thông số                                   | Định tính       | Định lượng |
| Khí   | Lượng tổng phát thải<br>Bụi<br>Khí<br>Khác |                 |            |
| Nước  | Lượng tổng phát thải<br>Nhiệt độ<br>Khác   |                 |            |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Rắn   | Lượng tổng phát thải<br>Đất cát, phi kim loại<br>Xi<br>Vảy ôxit sắt<br>Khác |  |  |
| <p><i>Ngày nay, việc triển khai giải pháp SXSH có tác động tích cực đến môi trường ngày càng được coi trọng, thậm chí có thể được thực hiện ngay cả khi không khả thi về mặt kinh tế.</i></p> |   |  |  |

#### 4.4.4 Công việc 12: Lựa chọn các giải pháp thực hiện

Sau khi tiến hành đánh giá về kỹ thuật, kinh tế và môi trường, bước tiếp theo là lựa chọn các phương án thực hiện. Rõ ràng rằng những phương án hấp dẫn nhất là những phương án có lợi về tài chính và có tính khả thi về kỹ thuật. Tuy nhiên, tùy theo môi trường kinh doanh của doanh nghiệp mà tác động môi trường có ảnh hưởng nhiều hay ít đến quá trình ra quyết định. Phiếu công tác số 15 hỗ trợ việc xem xét thứ tự ưu tiên này.

| <b>Phiếu công tác số 15. Lựa chọn các giải pháp SXSH để thực hiện</b>   |                       |   |   |                      |   |   |                         |   |   |           |          |
|---|-----------------------|---|---|----------------------|---|---|-------------------------|---|---|-----------|----------|
| Giải pháp   | Khả thi kỹ thuật (25) |   |   | Khả thi kinh tế (50) |   |   | Khả thi môi trường (25) |   |   | Tổng điểm | Xếp hạng |
|   | L                     | M | H | L                    | M | H | L                       | M | H |           |          |
| 1.1.1   |                       |   |   |                      |   |   |                         |   |   |           |          |
|   |                       |   |   |                      |   |   |                         |   |   |           |          |
|   |                       |   |   |                      |   |   |                         |   |   |           |          |
| <p>Điểm cho ở các mức thấp (L: 0-5), trung bình (M: 6-14), cao (H: 15-20)<br/>           Trọng số 25 (khả thi kỹ thuật), 50 (khả thi kinh tế), 25 (khả thi môi trường) chỉ là ví dụ</p> <p><i>Lưu ý: Hiện tại các doanh nghiệp Việt nam thường để trọng số 30, 40, 30 cho tính khả thi về kỹ thuật, kinh tế và môi trường</i></p> |                       |   |   |                      |   |   |                         |   |   |           |          |

#### 4.5 Bước 5: Thực hiện các giải pháp SXSH

*Mục đích của bước này nhằm cung cấp công cụ lập kế hoạch, triển khai và theo dõi kết quả của việc áp dụng các giải pháp sản xuất sạch hơn đã được xác định*

Các giải pháp đã được lựa chọn cần đưa vào thực hiện. Song song với các giải pháp đã xác định này, có một số các giải pháp có chi phí thấp hoặc không cần chi phí, có thể được thực hiện ngay sau khi được đề xuất (như bịt rò rỉ, khoá van khi không sử dụng...). Với các giải pháp còn lại, cần có một kế hoạch thực hiện một cách có hệ thống.



#### 4.5.1 Công việc 13: Chuẩn bị thực hiện

Phiếu công tác số 16 sẽ hỗ trợ lập kế hoạch thực hiện. Kế hoạch này bao gồm cá nhân hay một nhóm có trách nhiệm thực hiện, tiến độ thực hiện và thời gian cần phải hoàn thành.

| Phiếu công tác số 16. Kế hoạch thực hiện |                     |                        |             |           |
|--|---------------------|------------------------|-------------|-----------|
| Giải pháp được chọn                      | Thời gian thực hiện | Người chịu trách nhiệm | Giám sát    |           |
|  |                     |                        | Phương pháp | Giai đoạn |
|  |                     |                        |             |           |
|  |                     |                        |             |           |

#### Ví dụ cho Phiếu công tác số 16.

Kế hoạch thực hiện sản xuất sạch hơn tại nhà máy thép Thủ Đức

| Giải pháp được chọn  | Thời gian thực hiện | Người chịu trách nhiệm                       | Giám sát                               |           |
|--|---------------------|--|--|-----------|
|  |                     |  | Phương pháp                            | Giai đoạn |
| R1.1.1. Kiểm soát kỹ quá trình mua liệu, không nhận các xe liệu không đạt yêu cầu  | Thường xuyên        | Thủ kho và phân xưởng liệu                   | Xây dựng tiêu chuẩn từng loại thép phế |           |
| L1.1.1. Thay thế các chi tiết không đảm bảo độ kín, thường xuyên bảo dưỡng các chi tiết máy, đường ống dẫn bị hư hỏng hoặc rò rỉ | Thường xuyên        | Kế hoạch vật tư, kỹ thuật và phân xưởng liệu | Kiểm tra rò rỉ các đường ống, van      |           |

*Nhận xét:*

*Thời gian thực hiện: nên ghi mốc thời gian triển khai công việc này một cách cụ thể, ví dụ tháng 6-10 năm 2001, tương ứng ghi giai đoạn giám sát kết quả thực hiện tháng 6-12 năm 2001. Việc triển khai thường xuyên sẽ được đề cập trong mục tiếp theo (duy trì sản xuất sạch hơn)*

*Người chịu trách nhiệm: Dù là một nhóm người, nên có tên người chịu trách nhiệm chính triển khai.*

#### 4.5.2 Công việc 14: Thực hiện các giải pháp

Một tính toán tốt đến đâu cũng có thể không thành công nếu thiếu những người thợ lành nghề, được huấn luyện một cách đầy đủ.

Phiếu công tác số 17 có thể được sử dụng để ghi lại kết quả trong quá trình triển khai các giải pháp được lựa chọn.

| <b>Phiếu công tác số 17. Các giải pháp đã thực hiện</b> |                   |                 |         |                    |         |
|---|-------------------|-----------------|---------|--------------------|---------|
| Giải pháp được chọn                                     | Chi phí thực hiện | Lợi ích kinh tế |         | Lợi ích môi trường |         |
|   |                   | Dự kiến         | Thực tế | Dự kiến            | Thực tế |
|   |                   |                 |         |                    |         |
|   |                   |                 |         |                    |         |

| <b>Ví dụ cho Phiếu công tác số 17.</b>                     |                   |   |   |                           |  |
|--|-------------------|---|---|---------------------------|--|
| <b>Các giải pháp đã thực hiện tại Nhà máy Thép Thủ Đức</b> |                   |   |   |                           |  |
| Giải pháp được chọn  | Chi phí thực hiện | Lợi ích kinh tế                         |   | Lợi ích môi trường        |  |
|  |                   | Dự kiến                                 | Thực tế   | Thực tế                   |  |
| K1.1.2. Sử dụng máy băm, máy ép liệu thành bánh            | 3.460 triệu đồng  | Giảm chi phí điện, than, điện cực, gạch | - Tiết kiệm 24.000 đồng cho 1 tấn sản phẩm<br>- Giảm thời gian nấu luyện mỗi mẻ 20 phút | Giảm 5kg bụi/tấn sản phẩm |  |

#### 4.5.3 Công việc 15: Quan trắc và đánh giá các kết quả

Các giải pháp đã được thực hiện cần được giám sát và đánh giá. Các kết quả thu được cần phải sát với những gì đã được dự tính và những phác thảo trong đánh giá kỹ thuật. Nếu như kết quả thực tế không đạt được tốt như dự tính thì nên tìm hiểu nguyên nhân vì sao. Có thể sử dụng phiếu công tác 17 hoặc tổng hợp kết quả thu được trong phiếu công tác 18 khi có nhiều giải pháp không tách biệt được lợi ích thu được.

| <b>Phiếu công tác số 18. Kết quả chương trình đánh giá SXSH</b> |        |                  |          |                 |                    |
|---|--------|------------------|----------|-----------------|--------------------|
| Nguyên liệu, nhiên liệu   | Đơn vị | Lợi ích kỹ thuật |          | Lợi ích kinh tế | Lợi ích môi trường |
|   |        | Trước SXSH       | Sau SXSH |                 |                    |
|   |        |                  |          |                 |                    |
|   |        |                  |          |                 |                    |

#### 4.6 Bước 6: Duy trì SXSH

*Mục đích của bước này nhằm hỗ trợ duy trì thực hiện chương trình cũng như phát huy các thành công đã đạt được.*

Việc đạt được một số kết quả ban đầu về tài chính và môi trường từ chương trình sản xuất sạch hơn chưa có nghĩa là đã khai thác hết các cơ hội cải tiến tại doanh nghiệp. Tuy nhiên, để tiếp tục đạt được các tiết kiệm về nguyên nhiên liệu cũng như cải tiến hiện trạng môi trường, việc duy trì thực hiện

chương trình ở cấp cao hơn và thường xuyên hơn là thực sự cần thiết.

#### **4.6.1 Công việc 16: Duy trì SXSH**

Luôn có những cơ hội mới để cải thiện sản xuất. Nhóm đánh giá SXSH cần xây dựng một khung hoạt động nhằm tích hợp hoạt động sản xuất sạch hơn vào công việc hoạt động hàng ngày của doanh nghiệp. Khung hoạt động này bao gồm những nội dung sau:

- Bổ nhiệm một nhóm làm việc lâu dài về đánh giá SXSH, trong đó có những người đứng đầu là cấp lãnh đạo của nhà máy.
- Kết hợp các hoạt động SXSH với kế hoạch phát triển chung của nhà máy.
- Phổ biến các kế hoạch SXSH tới các phòng ban của nhà máy.
- Khuyến khích nhân viên có những sáng kiến mới và những đề xuất cho cơ hội SXSH.
- Tổ chức các tập huấn cho cán bộ và các lãnh đạo nhà máy.

Ngay sau khi triển khai thực hiện các giải pháp SXSH, nhóm SXSH nên bắt đầu thực hiện từ bước 2: Phân tích công nghệ, xác định và chọn lựa công đoạn lãng phí nhất trong nhà máy. Tiếp tục triển khai từng bước như đã được mô tả ở trên.

Để duy trì được việc áp dụng thành công chương trình SXSH, chìa khóa cho thành công lâu dài là phải thu hút sự tham gia của càng nhiều nhân viên càng tốt, cũng như có một chế độ khen thưởng cho những người đặc biệt xuất sắc, làm cho SXSH trở thành một hoạt động liên tục, được thực hiện thường xuyên.

#### **4.6.2 Các yếu tố bất lợi cho việc thực hiện SXSH**

Hầu hết các đánh giá SXSH đều dẫn đến giảm chi phí sản xuất, giảm tác động xấu tới môi trường và có các sản phẩm tốt hơn. Tuy nhiên, những cố gắng SXSH có thể bị giảm dần hoặc biến mất sau giai đoạn hứng khởi ban đầu.

Cần xác định ra những yếu tố gây tác động xấu cho chương trình SXSH, bao gồm:

- Các trở ngại về tài chính trong việc thực hiện một số các phương án mong muốn.
- Có thay đổi trong phân công trách nhiệm của các thành viên của nhóm dẫn tới việc gián đoạn và mai một kiến thức của nhóm SXSH.

- Các thành viên của nhóm chương trình SXSH đi lạc đề sang các Công việc khác mà họ cho là khẩn cấp hơn.
- Tham vọng quá nhiều dẫn tới việc rất nhiều phương án cùng được thực hiện một lúc, làm mệt mỏi nhóm SXSH.
- Khó khăn trong việc phân tích chi phí và lợi ích của các phương án SXSH.

#### **4.6.3 Các yếu tố thành công của chương trình SXSH**

Có rất nhiều yếu tố đóng góp cho sự thành công của chương trình sản xuất sạch hơn. Một trong các yếu tố đó là:

- Sự hiểu biết đầy đủ và cam kết của lãnh đạo doanh nghiệp trong việc thực hiện SXSH.
- Trao đổi giữa tất cả các cấp của doanh nghiệp về những mục tiêu và lợi ích của SXSH.
- Chính sách rõ ràng và ưu tiên về đầu tư cho SXSH và kiểm soát môi trường.
- Hệ thống giám sát, đánh giá công bằng.
- Cơ chế thưởng phạt công bằng đối với nỗ lực thực hiện.

## 5 Xử lý môi trường

*Mục đích của chương này nhằm cung cấp thông tin tóm tắt các nguyên tắc xử lý vấn đề môi trường bức xúc nhất của ngành luyện thép. Đó là xử lý khí thải.*

Sản xuất sạch hơn hỗ trợ doanh nghiệp cải thiện hiện trạng môi trường thông qua giảm tải lượng phát thải ra môi trường, nâng cao hiệu suất sử dụng nguyên nhiên liệu. Tuy nhiên, để có thể đáp ứng được tiêu chuẩn thải, trong nhiều trường hợp cần có thêm các giải pháp xử lý cuối đường ống, được mô tả dưới đây.

### 5.1 Lọc bụi tĩnh điện

Thiết bị thông dụng nhất để xử lý một khối lượng rất lớn khí thải là lọc bụi tĩnh điện khô với ba hay bốn buồng đặt liên tiếp nhau. Thiết bị này tạo ra trường tĩnh điện dọc theo đường đi của các hạt bụi trong dòng khí. Các hạt bụi được tích điện âm và chuyển động về phía tấm thu bụi được tích điện dương. Trong các thiết bị lọc bụi tĩnh điện, các hạt bụi được tách khỏi các tấm thu bụi bằng cách gõ hoặc rung các tấm này theo một chu kỳ nhất định. Bụi thu được sẽ đóng vào các túi thu bụi.

Trong các thiết bị lọc bụi tĩnh điện ướt, bụi được tách khỏi các tấm thu bụi bằng dòng nước chảy liên tục. Bụi thu được sẽ được xử lý tiếp.

Để đảm bảo thu bụi tốt thì điện trở suất của các hạt bụi phải nằm trong khoảng  $10^4 - 10^9 \Omega\text{m}$ . Thông thường, phần lớn các hạt bụi đều có điện trở suất nằm trong khoảng này, nhưng một số hợp chất như các clorua kiềm, clorua của các kim loại nặng và ôxit canxi có điện trở suất cao hơn nhiều nên khó loại bỏ hết.

Các nhân tố khác có ảnh hưởng đến hiệu quả khử bụi là lưu lượng khí thải, cường độ điện trường, tỷ lệ bụi trong khí thải, nồng độ  $\text{SO}_3$ ; độ ẩm; hình dạng và diện tích của các điện cực.

Các cải tiến cho thiết bị lọc bụi tĩnh điện đã được áp dụng là dùng điện thế xung cao hơn, và kiểm tra dòng điện và điện thế phản ứng nhanh. Cũng có thể lắp thêm hệ thống gõ cải thiện lực gõ hoặc rung đến 200 Gs, tăng năng lượng xung bằng cách tăng khoảng cách các tấm điện cực. Điều hoà lượng khí  $\text{SO}_3$  và/hoặc hơi nước cũng làm tăng hiệu quả lọc bụi.

Có ba loại thiết bị lọc bụi tĩnh điện mới được công bố :

1. Lọc bụi tĩnh điện có điện cực chuyển động (Moving Electrode Electrostatic Precipitator-MEEP): Trong thiết bị này một số tấm điện cực chuyển động trên các dây xích và chúng được làm sạch liên tục bằng các bàn chải xoay. Bụi được làm sạch khỏi tấm điện cực liên tục.

2. Sử dụng tăng xung năng lượng (energy pulse superimposition) : Hệ thống xung tạo ra một điện thế bao gồm các xung âm hẹp được chồng lên điện thế lọc của cực âm. Các xung điện thế cao này có chiều rộng 140  $\mu$ s và được nhắc lại với tần số 200 xung/giây. Pick điện thế cao hơn tạo cho các hạt bụi tích điện tốt hơn và phân bố dòng điện trong thiết bị tốt hơn.
3. Thiết bị làm sạch không gian tĩnh điện (Electrostatic Space Cleaner Super-ESCS) : Thiết bị ESCS vận hành với điện thế cao hơn (70 – 200 kV). Điều này đòi hỏi khoảng cách giữa các tấm điện cực phải lớn hơn.

### Mức độ giảm phát tán

Lọc bụi tĩnh điện có thể giảm 95 – 99% nồng độ bụi. Lượng bụi của khí thải ở nhà máy sau khi lọc là 20 – 160 mg/Nm<sup>3</sup> (đối với MEEP và ESCS :  $\leq$  40 mg/Nm<sup>3</sup>, lọc bụi tĩnh điện với chồng năng lượng xung : 20 – 30 mg/Nm<sup>3</sup>).

### Các hiệu ứng phụ

Việc sử dụng thiết bị lọc bụi tĩnh điện tạo ra dòng chất thải rắn. Có thể tái sử dụng bụi trở lại nhà máy thiêu kết. Tuy nhiên, cần chú ý nếu hàm lượng kim loại nặng hoặc các hợp chất kiềm quá cao có thể có hại khi tái sử dụng.

Tiêu hao năng lượng có thể tăng. Đối với nhà máy có lượng khí thải khoảng 1 MNm<sup>3</sup>/h thì tiêu hao năng lượng là 300-400 kW, tương ứng 0,002-0,003 GJ/t.

## 5.2 Lọc bụi túi vải

Lọc bụi túi vải rất hiệu quả trong việc giảm thiểu bụi, PCDD/F, HCl, HF và một phần SO<sub>2</sub>.

Các túi vải được thiết kế áp lực làm rơi các hạt bụi vào một điểm xác định bằng một trong ba cơ chế : không khí đảo chiều, rung và xung.

Lọc bụi túi vải dùng cho các nhà máy với khí thải không có nhiệt độ cao, môi trường mài mòn và lượng khí thải lớn. Có thể dùng kết hợp với thiết bị lọc bụi tĩnh điện.

## 5.3 Cyclon

Các cyclon tách bụi bằng lực hướng tâm. Cyclon chỉ lọc hiệu quả các hạt bụi tương đối thô. Nhiều cyclon được lắp đặt song song sẽ cho hiệu quả cao hơn. Đôi khi các cyclon được dùng trong các nhà máy như một thiết bị lọc bụi trung gian nhằm bảo vệ các thiết bị như ống dẫn, quạt ... khỏi bị mài mòn do các hạt bụi thô.

### Mức độ giảm phát tán

Cyclon có thể lọc được 90 – 95% bụi có kích thước  $\geq 10 \mu\text{m}$ . Tuy nhiên, nếu bụi của nhà máy nhỏ hơn thì chỉ lọc được 60-80%. Vì vậy, khí thải ra vẫn còn lượng bụi khoảng 300 – 600  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ .

#### **Hiệu ứng phụ**

Cần thêm năng lượng điện cho máy bơm, khoảng 200 kW, tương đương 0,001 GJ/t.

### **5.4 Máy lọc khí ướt tinh (Fine Wet Scrubber)**

Trong máy lọc khí ướt, các hạt bụi được chất lỏng cuốn đi. Chất lỏng này thường được xử lý và tái sử dụng.

Khí thải của các nhà máy thường chứa nhiều cacbua hydro và bụi nhỏ nên các máy lọc khí thông thường (máy venturi, các máy lọc kiểu cột, tia) không đạt hiệu quả cao. Vì vậy, một loại máy lọc khí mới được sản xuất với tên AIRFINE bao gồm một thiết bị lọc bụi tĩnh điện để lọc bụi thô, một hệ thống làm nguội khí thải và bão hoà độ ẩm, một hệ thống máy lọc tinh để lọc bụi nhỏ mịn và làm sạch khí và một thiết bị xử lý nước để tách sản phẩm phụ và thu hồi. Trái tim của quá trình này là máy lọc khí tinh

#### **Mức độ giảm phát tán**

Máy lọc khí ướt tinh có thể lọc được 95% bụi. Nồng độ bụi trong khí thải sau xử lý đạt  $\leq 50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ . Thiết bị này cũng có thể lọc được 95% PCDD/F, 80 – 95% HCl, trên 90% kim loại nặng và có khả năng lọc  $\text{SO}_2$  nếu thiết bị được lắp thêm máy phun trợ dung.

#### **Các hiệu ứng phụ**

Tạo ra nước thải nên cần phải xử lý lắng đọng bùn.

Hệ thống lọc khí ướt tinh tiêu hao tương đối nhiều năng lượng (tiêu hao điện 39 MJ/t và nhiệt 79 MJ/t để nung lại khí thải trước khi thải).

### **5.5 Khử lưu huỳnh ướt**

Sau khi làm nguội khí thải,  $\text{SO}_2$  hấp thụ trong tháp phun có hoà tan Ca và Mg, tạo nên thạch cao  $\text{CaSO}_4$  và  $\text{MgSO}_4$ . Những chất này có thể loại bỏ như bùn cặn. Có một số chất phản ứng có thể sử dụng :

- Xỉ luyện thép khử lưu huỳnh: Xỉ này chứa 30-40% CaO được nghiền nhỏ, trộn với nước để đưa vào dưới dạng bùn chứa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;
- Vôi tôi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;
- CAL : Canxi clorua  $\text{CaCl}_2$  và vôi tôi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;

- Vôôi tời  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  và phần viết  $\text{CaCO}_3$ ;
- Magnhê hydroxid  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

Bùn cặn được sấy khô và có thể bán cho các nhà máy xi măng.

Nước được tách từ bùn cặn có thể được tái sử dụng.

#### **Mức độ giảm phát thải**

Hiệu quả khử lưu huỳnh dễ dàng đạt  $\geq 90\%$ . Hơn nữa, phương pháp này còn có thể khử được cả HCl, HF và bụi trong khí thải.

#### **Hiệu ứng phụ**

Quá trình này có tạo ra bùn cặn. Vì vậy cần chú ý đến việc thu gom và xử lý bùn cặn để không gây ô nhiễm.

Nước tách từ bùn cặn cũng phải xử lý trước khi dùng lại bằng hệ thống tuần hoàn.

Tiêu hao năng lượng ước tính là 6,1 – 7,2 MJ/TSP

## **5.6 Cacbon hoạt tính tái sinh (Regenerative Activated carbon-RAC)**

Công nghệ khử lưu huỳnh khô dựa trên nguyên lý hấp phụ  $\text{SO}_2$  bằng cacbon hoạt tính tái sinh. Loại cacbon hoạt tính chất lượng cao này đắt nhưng ta lại thu được sản phẩm phụ là  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Trong một số trường hợp có thể dùng than non hoạt tính.

Công nghệ cacbon hoạt tính tái sinh có thể khử được nhiều chất ô nhiễm trong khí thải:  $\text{SO}_2$ , HCl, HF, Hg và một phần  $\text{NO}_x$ . Có thể dùng công nghệ một bước và công nghệ hai bước.

#### **Mức độ giảm ô nhiễm**

Có thể khử lưu huỳnh đạt trên 95% và khử  $\text{NO}_x$  đạt 80 – 90% khi phun thêm  $\text{NH}_3$ .

Có thể sử dụng phương pháp này để khử đồng thời  $\text{SO}_2$ , HF, HCl và  $\text{NO}_x$  trong khí thải. Tuy nhiên, cần chú ý là phương pháp này cần không gian tương đối lớn.

#### **Các hiệu ứng phụ**

Tiêu hao năng lượng tăng lên khoảng 8,6 MJ/TSP .



Tạo ra một lượng nhỏ nước thải. Nước thải này được xử lý trong hệ thống xử lý nước thải của nhà máy.

Thu được sản phẩm phụ là  $H_2SO_4$ .

## **5.7 Hoàn nguyên bằng chất xúc tác (Selective Catalytic Reduction-SCR)**

Trong quá trình này,  $NO_x$  trong khí thải được hoàn nguyên bằng  $NH_3$  hay ure thành  $N_2$  và  $H_2O$ . Chất xúc tác thường dùng là  $V_2O_5$  hay  $WO_3$  trong chất mang là  $TiO_2$ . Cũng có thể dùng chất xúc tác là ôxit sắt và platin. Nhiệt độ vận hành tối ưu là 300 - 400°C.

Cần chú ý đến các chất gây nổ  $NH_4NO_3$ , chất xâm thực  $SO_3$ .

### **Mức độ giảm ô nhiễm**

Có thể giảm được trên 90%  $NO_x$ .

Khí thải trước khi vào quá trình này phải được làm sạch ( $\leq 40$  mg bụi/ $Nm^3$ ) và phải nung lên trên 300°C.

### **Các hiệu ứng phụ**

Cần chú ý đến việc tái xử lý các chất xúc tác tái hoạt tính.

Quá trình cũng cần một ít năng lượng điện và nhiệt.