

Mục lục

Mục lục	1
Mở đầu	5
1 Giới thiệu chung	6
1.1 Ngành hoàn tất sản phẩm kim loại của Việt nam	6
1.2 Mô tả quy trình sản xuất	7
1.2.1 Chuẩn bị bề mặt và làm sạch các chi tiết	8
1.2.2 Mạ	8
1.2.3 Hoàn tất cơ học	15
1.2.4 Khu vực phụ trợ	16
1.3 Các vấn đề môi trường trong hoàn tất sản phẩm kim loại	17
1.3.1 Các vấn đề môi trường trong công đoạn tiền xử lý	18
1.3.2 Các vấn đề môi trường trong công đoạn mạ điện	19
1.3.3 Các vấn đề môi trường trong phủ phi kim	21
1.3.4 Các vấn đề môi trường trong hoàn tất bằng sơn	22
2 Sản xuất sạch hơn – Nguyên tắc, nhu cầu và phương pháp luận	24
2.1 Giới thiệu về Sản xuất sạch hơn (SXSH)	24
2.2 Nhu cầu về SXSH	25
2.2.1 Các tác động đến sức khỏe và môi trường	26
2.2.2 Bảo toàn hóa chất và các chất trợ	26
2.2.3 Kiểm soát ô nhiễm	27
2.2.4 Sức ép công luận	27
2.2.5 Các yêu cầu của thị trường xuất khẩu	28
2.3 Tiềm năng Sản xuất sạch hơn	28
2.4 Phương pháp luận đánh giá sản xuất sạch hơn	31
2.5 Các kỹ thuật SXSH	34
3 Các cơ hội SXSH trong hoàn tất sản phẩm kim loại	38
3.1 Quản lý tốt nội vi	38
3.1.1 Nơi làm việc sạch sẽ ngăn nắp	38
3.1.2 Bảo dưỡng dự phòng	39
3.1.3 Kiểm kê quản lý kho	39
3.1.4 Phòng ngừa và kiểm soát hiện tượng tràn	39
3.1.5 Đào tạo nhân viên	40
3.1.6 Sơ đồ quy trình	40
3.1.7 Lập kế hoạch và lịch sản xuất	40
3.2 Làm sạch và tiền xử lý	42
3.2.1 Tránh các yếu tố phát sinh nhu cầu làm sạch	43
3.2.2 Các phương pháp làm sạch vật lý	43
3.2.3 Kéo dài tuổi thọ dung dịch làm sạch	44
3.2.4 Thiết bị làm sạch các chi tiết	45
3.2.5 Chất làm sạch sinh học	45
3.2.6 Làm sạch siêu âm	45
3.2.7 Nhiệt phân cho sơn tĩnh điện	45
3.3 Kiểm soát thông số bể xử lý	46
3.3.1 Nồng độ hoá chất	46
3.3.2 Nhiệt độ bể	46
3.3.3 Ngăn thất thoát nhiệt và bay hơi	46
3.3.4 Chống nhiễm bẩn dung dịch mạ	47

3.4	Giảm lượng dung dịch dính theo vật mạ	47
3.4.1	Thời gian nhắc chi tiết ra khỏi thùng mạ và treo ráo	48
3.4.2	Định hướng sản phẩm và các giá treo	48
3.4.3	Điều chỉnh sản phẩm	49
3.4.4	Tắm thu dịch và khay hứng	49
3.4.5	Các chất thấm ướt	50
3.4.6	Dao khí	50
3.4.7	Trả lại dung dịch dính theo vật mạ về bể mạ	50
3.5	Cải tiến công nghệ rửa	50
3.5.1	Khuấy trộn	50
3.5.2	Rửa xịt và phun sương	51
3.5.3	Rửa động và tĩnh	52
3.5.4	Rửa ngược dòng	52
3.5.5	Kiểm soát dòng nước	53
3.5.6	Tránh nhu cầu rửa	53
3.6	Các kĩ thuật tái sử dụng nước rửa và thu hồi kim loại	53
3.6.1	Thu hồi kim loại bằng phương pháp điện phân	54
3.6.2	3.6.2 Thẩm thấu ngược	55
3.6.3	Trao đổi ion	55
3.6.4	Điện thẩm tách	55
3.7	Các quy trình khác	55
3.7.1	Hệ thống mạ không xyanua	55
3.7.2	Thay thế Crôm+6 bằng Crôm+3 trong quy trình mạ Crôm	56
3.7.3	Gia tăng tuổi thọ bể mạ không điện	57
3.8	Công nghệ mới	57
3.8.1	Anốt hóa axit Boric/Sulphuric (SBAA)	57
3.8.2	Công nghệ điện thẩm tách cho dung dịch xử lý	58
3.8.3	High Velocity Oxy-Fuel (HVOF) Thermal Spray	58
3.8.4	Quá trình kết tụ hơi ion (Ion Vapour Deposition (IVD))	58
3.8.5	Thu hồi bằng điện phân để tái chế xyanua kim loại	59
3.9	Tương lai của ngành công nghiệp hoàn tất kim loại	61
4	Phương pháp luận 6 bước đánh giá SXSH	62
4.1	Bước 1: Khởi động	63
4.1.1	Nhiệm vụ 1: Thành lập nhóm	63
4.1.2	Nhiệm vụ 2: Các bước quy trình & nhận diện các dòng thải	67
4.2	Bước 2: Phân tích các công đoạn	73
4.2.1	Nhiệm vụ 3: Chuẩn bị sơ đồ quy trình	73
4.2.2	Nhiệm vụ 4: Cân bằng vật liệu, năng lượng và cấu tử	74
4.2.3	Nhiệm vụ 5: Xác định tính chất của dòng thải	80
4.2.4	Nhiệm vụ 6: Định giá cho các dòng thải	80
4.2.5	Nhiệm vụ 7: Xác định nguyên nhân	83
4.3	Bước 3: Phân tích các bước quy trình	88
4.3.1	Nhiệm vụ 8: Xây dựng các giải pháp SXSH	88
4.3.2	Nhiệm vụ 9: Sàng lọc các cơ hội SXSH	90
4.4	Bước 4: Lựa chọn các giải pháp SXSH	91
4.4.1	Nhiệm vụ 10: Tính khả thi kĩ thuật	91
4.4.2	Nhiệm vụ 11: Tính khả thi kinh tế	92
4.4.3	Nhiệm vụ 12: Tính khả thi môi trường	93
4.4.4	Nhiệm vụ 13: Lựa chọn giải pháp để thực hiện	94

4.5	Bước 5: Thực hiện các giải pháp SXSH	95
4.5.1	Nhiệm vụ 14: Chuẩn bị thực hiện.....	95
4.5.2	Nhiệm vụ 15: Triển khai các giải pháp	96
4.5.3	Nhiệm vụ 16: Quan trắc và đánh giá kết quả.....	96
4.6	Bước 6: Duy trì hoạt động SXSH	97
5	Trở ngại trong việc thực hiện SXSH và cách khắc phục.....	98
5.1	Các rào cản thái độ	98
5.1.1	Bàng quan với các vấn đề quản lý nội vi và môi trường.....	99
5.1.2	Không muốn thay đổi.....	99
5.1.3	Các biện pháp khắc phục các rào cản thái độ	99
5.2	Các rào cản mang tính hệ thống.....	100
5.2.1	Thiếu các kỹ năng quản lý chuyên nghiệp.....	100
5.2.2	Các hồ sơ sản xuất sơ sài	101
5.2.3	Các hệ thống quản lý không đầy đủ và kém hiệu quả	101
5.2.4	Các biện pháp khắc phục rào cản mang tính hệ thống.....	101
5.3	Các rào cản tổ chức.....	103
5.3.1	Tập trung hoá quyền ra quyết định	103
5.3.2	Quá chú trọng vào sản xuất.....	103
5.3.3	Không có sự tham gia của công nhân	103
5.3.4	Các biện pháp khắc phục các rào cản mang tính tổ chức.....	104
5.4	Các rào cản kỹ thuật	105
5.4.1	Năng lực kỹ thuật hạn chế	105
5.4.2	Tiếp cận thông tin kỹ thuật còn gặp hạn chế	105
5.4.3	Các hạn chế về công nghệ	105
5.4.4	Các biện pháp khắc phục rào cản kỹ thuật.....	106
5.5	Các rào cản kinh tế	107
5.5.1	Ưu tiên cho khối lượng sản xuất hơn là chi phí sản xuất.....	107
5.5.2	Nguyên liệu thô giá rẻ và dễ kiếm.....	107
5.5.3	Chính sách đầu tư hiện hành.....	107
5.5.4	Các biện pháp khắc phục các rào cản kinh tế	108
5.5.5	Triển khai các giải pháp có tính hấp dẫn về tài chính.....	108
5.5.6	Phân bổ chi phí hợp lý và đầu tư có kế hoạch.....	108
5.5.7	Các chính sách công nghiệp lâu dài	108
5.5.8	Các khuyến khích về tài chính	108
5.6	Các rào cản từ phía chính phủ.....	109
5.6.1	Các chính sách công nghiệp.....	109
5.6.2	Các chính sách môi trường.....	109
5.6.3	Các biện pháp khắc phục rào cản chính phủ.....	109

Mở đầu

Sản xuất sạch hơn được biết đến như một 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 hoàn tất sản phẩm kim loại được biên soạn trong khuôn khổ hợp tác giữa Trung tâm Sản xuất sạch Việt nam, thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, trường Đại học Bách khoa Hà nội và 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.

Mục tiêu chính của tài liệu hướng dẫn này là nhằm từng bước hướng dẫn thực hiện Đánh giá SXSH (CPA) cho ngành công nghiệp hoàn tất sản phẩm kim loại tại Việt Nam. Đối tượng của bộ tài liệu hướng dẫn này là các lãnh đạo nhà máy, các kỹ thuật viên và nhân viên của các ban ngành chính phủ và các tổ chức chịu trách nhiệm thúc đẩy và điều chỉnh/quy định công tác quản lý môi trường tại các nhà máy trong ngành tại Việt Nam.

Các cán bộ biên soạn 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 Việt nam.

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

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

Hà Nội, tháng 2 năm 2010

Nhóm biên soạn

1 Giới thiệu chung

Chương này giới thiệu tổng quan về tình hình các cơ sở hoàn tất sản phẩm kim loại ở Việt Nam và cung cấp cho người đọc thông tin khái quát về khuynh hướng thị trường và tương lai của ngành công nghiệp này. Từ đây, người đọc có thể hiểu các loại quy trình khác nhau và nguyên liệu thô được sử dụng trong ngành hoàn tất sản phẩm kim loại. Cuối cùng, người đọc có thể ước tính được về các loại chất thải và ô nhiễm phát sinh từ ngành công nghiệp này ở Việt Nam.

Nếu thiếu xử lý hoàn tất, các sản phẩm kim loại sẽ chỉ tồn tại được trong một phần khoảng thời gian vòng đời của chúng. Xử lý hoàn tất kim loại sẽ tác động lên bề mặt của sản phẩm nhằm tăng cường các đặc tính như chống ăn mòn, chống mài mòn, độ dẫn điện, điện trở, hệ số phản chiếu, mỹ quan, dung sai momen xoắn, tính dễ hàn, chống xỉn, chống hóa chất, khả năng gắn kết với cao su (lưu hóa) và một loạt các tính chất đặc biệt khác. Những ngành công nghiệp có sử dụng quá trình xử lý hoàn tất sản phẩm kim loại bao gồm:

- ô tô
- điện tử
- vũ trụ
- viễn thông
- kim hoàn
- thiết bị công nghiệp
- đồ gia dụng
- đồ trang sức

Có nhiều loại vật liệu, quy trình và sản phẩm được sử dụng để làm sạch, khắc axit và bao phủ các bề mặt kim loại và phi kim. Quá trình đặc trưng nhất ở đây là phần kim loại của sản phẩm sẽ trải qua một hoặc nhiều quy trình xử lý vật lý, hóa học và điện hóa. Các quy trình vật lý bao gồm đệm, mài, đánh bóng, phun cát. Các quy trình hóa học bao gồm tẩy dầu mỡ, làm sạch, tẩy axit, khắc mài, đánh bóng và mạ không dùng điện. Các quy trình điện hóa bao gồm: mạ, đánh bóng điện hóa và anod hóa.

1.1 Ngành hoàn tất sản phẩm kim loại của Việt nam

Ở Việt Nam, các quá trình hoàn tất sản phẩm kim loại thường được xem là một bộ phận trong dây chuyền sản xuất một sản phẩm kim loại nào đó. Đại bộ phận các doanh nghiệp sản xuất các sản phẩm kim loại thường tự tổ chức cho mình một phân xưởng để mạ hoặc sơn hoàn thiện sản phẩm của mình. Chính vì vậy, các đơn vị mạ điện hoặc sơn thường có quy mô nhỏ và nằm rải rác trong các ngành sản xuất như ngành kim loại và các sản phẩm kim loại, ngành sản xuất và sửa chữa các phương tiện giao thông vận tải, ngành chế tạo máy móc và thiết bị. Ngoài ra, ở Việt Nam cũng có một số xưởng mạ kim loại nhúng nóng, thường nằm trong các nhà máy sản xuất kết cấu thép của ngành điện hoặc ngành sản xuất vật liệu xây dựng (tấm lợp kim loại).

Ngoài một số rất ít các công ty lớn sản xuất đồ nội thất xuất khẩu hoặc doanh nghiệp liên doanh với nước ngoài là có dây chuyền sản xuất mạ, sơn tĩnh điện tự động đồng bộ, nhìn chung, do đặc điểm là các đơn vị nhỏ lẻ, nên trang thiết bị phần lớn thường tự chế tạo, không đồng bộ, năng suất thấp, tiêu hao nhiều hóa chất và gây ra tác động tiêu cực tới môi trường.

Theo số liệu thống kê của VDC, ở Việt Nam có 203 doanh nghiệp thuộc ngành kim loại và các sản phẩm kim loại trên toàn quốc trải trên diện rộng của 26 tỉnh và thành phố. Phần lớn các doanh nghiệp thường tập trung ở các thành phố lớn như Hà Nội (45 doanh nghiệp), Hải Phòng (24 doanh nghiệp), Nam Định (13 doanh nghiệp) và thành phố Hồ Chí Minh (64 doanh nghiệp).

Ngành sản xuất máy móc và thiết bị có 304 doanh nghiệp nằm rải rác trên 46 tỉnh và thành phố, trong đó tại Hà Nội có 85 doanh nghiệp, thành phố Hồ Chí Minh có 104 doanh nghiệp và Hải Phòng có 11 doanh nghiệp.

Ngành sản xuất và sửa chữa các phương tiện giao thông vận tải có 279 doanh nghiệp phân bố tại 36 tỉnh và thành phố. Các doanh nghiệp ngành này tập trung đông nhất tại Hà Nội (68 doanh nghiệp), thành phố Hồ Chí Minh (66 doanh nghiệp), Hải Phòng (30 doanh nghiệp), Đà Nẵng (12 doanh nghiệp), Quảng Ninh (6 doanh nghiệp), Nam Định, Khánh Hòa và Vĩnh Phúc đều có 5 doanh nghiệp.

1.2 Mô tả quy trình sản xuất

Có hai dạng doanh nghiệp trong ngành hoàn tất sản phẩm kim loại: (1) các nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại độc lập, thường được biết đến với như các “xưởng gia công” hoặc các “công ty hoàn tất sản phẩm kim loại” độc lập (mạ và sơn); và (2) các đơn vị hoàn tất kim loại “trực thuộc” – là một bộ phận sản xuất thực hiện các quy trình hoàn tất sản phẩm kim loại trong một nhà máy lớn.

Các đơn vị hoàn tất sản phẩm kim loại trực thuộc có thể mang tính đặc thù nhiều hơn trong hoạt động sản xuất của mình và các quá trình hoàn tất kim loại ở đây thường mang tính hiệu quả hơn vì chỉ xử lý một số lượng nhất các chi tiết khác nhau. Nói cách khác là họ biết được hàng ngày sản phẩm của họ cho ra là gì và có nhiều sự chủ động để điều chỉnh thiết bị của mình sao cho phù hợp với yêu cầu sản xuất hàng ngày. Kết quả là khi một quy trình vận hành tại hiệu suất tối ưu thì phế thải sẽ ít hơn.

Sản phẩm của các đơn vị hoàn tất sản phẩm kim loại “độc lập” thường có tính đặc thù ít hơn so với các đơn vị “trực thuộc” vì họ thường có rất nhiều khách hàng với những yêu cầu về đặc điểm và chất lượng sản phẩm khác nhau. Yêu cầu về tính linh hoạt trong vận hành để thỏa mãn yêu cầu của các khách hàng khác nhau thường làm giới hạn các ưu tiên lựa chọn và các quy trình sản xuất thân thiện môi trường.

Mặc dù hai dạng doanh nghiệp kể trên có sự khác nhau trong vận hành sản xuất nhưng các công nghệ để hoàn tất các sản phẩm kim loại được áp dụng thì cũng giống nhau và kết quả là các loại tác động tới môi trường gây ra là tương tự.

Sản xuất hoàn tất các sản phẩm kim loại là quá trình sử dụng nhiều năng lượng điện, nước và các loại hóa chất, trong đó có chứa nhiều kim loại nặng. Các nguồn năng lượng chính là nhiên liệu (than, dầu, gas) để đốt lò hơi, điện và dầu diesel cho máy phát điện. Các quy trình và hoạt động chính trong ngành hoàn tất sản phẩm kim loại cùng với các loại đầu vào và các dòng thải sẽ được đề cập một cách chi tiết tại các phần tiếp theo.

1.2.1 Chuẩn bị bề mặt và làm sạch các chi tiết

Chuẩn bị bề mặt, mức độ sạch ở bề mặt các chi tiết và các điều kiện môi trường hóa chất là các yếu tố thiết yếu để quá trình hoàn tất sản phẩm kim loại được thực hiện một cách đảm bảo. Nếu bề mặt không được làm sạch tốt, thì các lớp che phủ kể cả loại đắt tiền nhất cũng không thể bám được hoặc không ngăn chặn được tác động ăn mòn của môi trường bên ngoài. Các kỹ thuật chuẩn bị bề mặt gồm từ kỹ thuật mài, đánh bóng, phun cát đến tẩy bằng axit và các quy trình làm sạch bằng hóa chất qua nhiều bước phức hợp. Các đặc điểm đầu vào và đầu ra của quá trình này gồm:

- Các nguyên liệu đầu vào: các dung môi, tác nhân nhũ hóa, kiềm, và a-xít.
- Các phát thải khí: các dung môi bay hơi (chỉ trong trường hợp sử dụng phương pháp tẩy bằng dung môi và làm sạch nhũ tương)
- Nước thải: các chất thải dung môi, kiềm và a-xít
- Chất thải rắn/nguy hại: chất thải dễ cháy, chất thải dung môi, kim loại, và các cặn lắng.

1.2.2 Mạ

Mạ về cơ bản là tạo ra lớp che phủ vô cơ lên bề mặt của chi tiết cần mạ nhằm đem lại các đặc tính mong muốn như chống ăn mòn, tạo độ cứng, chống mài mòn, chống rạn nứt, dẫn điện hoặc nhiệt, hoặc để trang trí. Những quy trình mạ phức tạp đặc biệt thường ứng dụng mối quan hệ điện cực (cực âm/cực dương) giữa vật cần mạ và bể mạ. Các dạng mạ chủ yếu là:

- Mạ trống quay – loại kỹ thuật này dùng để mạ một lúc rất nhiều các chi tiết nhỏ. Các chi tiết này được đổ ào vào bể mạ từ các thùng hoặc các thùng nhúng.
- Mạ xoa – lớp dung dịch mạ được phủ lên bề mặt vật cần mạ bằng một vật thấm dung dịch mạ giống như một cây chổi quét, đóng vai trò như cực dương. Chi tiết cần mạ giữ vai trò là cực âm và quá trình được thực hiện bằng một dòng điện trực tiếp.
- Mạ không điện tích – thực hiện đơn giản chỉ là nhúng vật cần mạ vào bể mạ.
- Mạ điện là một quy trình phổ biến nhất tại các nhà máy hoàn tất kim loại. Trong một số kỹ thuật mạ điện các ion kim loại trong môi trường dung dịch a-xít, kiềm, hoặc trung tính được giảm xuống trên vật cần mạ. Các ion kim loại trong dung dịch thường được bổ sung bằng sự tan rã kim loại từ cực dương kim loại rắn được làm từ chính loại kim loại đang mạ, hoặc có thể được bổ sung trực tiếp dung dịch muối kim loại hoặc các loại ô-xít. Xyanua, thường ở dạng muối hoặc kali xyanua, thường

được dùng như một hoạt chất tổng hợp cho mạ cát-mi và các kim loại quý, và với cấp ít hơn, cho các dung dịch khác như các bể mạ đồng và kẽm.

- Mạ cơ khí là một quá trình diễn ra trong thùng – lắng kim loại lên nhiều chất làm nền sử dụng cơ học chứ không dùng năng lượng điện.
- Mạ trên rá - đặt các chi tiết lên vị trí để mạ nhất để tiếp xúc với dòng mạ.
- Mạ xung điện được sử dụng phổ biến để mạ vàng và hợp kim vàng, nickel, bạc, chromium, hợp kim tri thiếc, và palladium.
- Mạ nhúng nóng là kỹ thuật mạ chi tiết kim loại bằng một kim loại khác để tạo ra lớp màng bảo vệ bằng cách nhúng chi tiết cần mạ vào trong một bồn nóng chảy. Mạ kẽm (kẽm nhúng nóng) là một dạng mạ phổ biến trong kỹ thuật tạo bề mặt nhúng nóng.
 - Các nguyên liệu đầu vào – a-xít, các dung dịch kiềm, dung dịch có chứa kim loại nặng, và các dung dịch có chứa xyanua
 - Ô nhiễm khí – khí chứa ion kim loại và hơi a-xít
 - Nước thải từ quy trình – a-xít/ kiềm, xyanua, và các chất thải kim loại;
 - Chất thải rắn/nguy hại – kim loại và các chất thải phản ứng (hoạt động mạnh)

Trong các kỹ thuật mạ kể trên thì mạ điện là phổ biến nhất, vì thế các phần dưới đây sẽ tập trung mô tả chi tiết về kỹ thuật mạ này.

1.2.2.1 Mạ điện

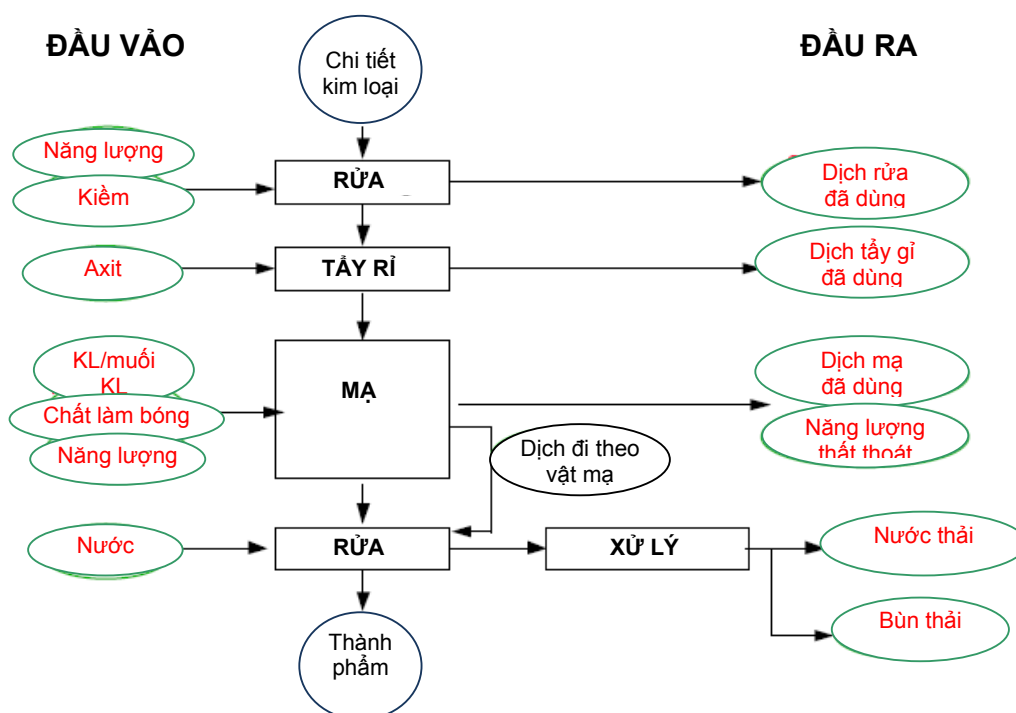
Mạ điện là một quá trình điện phân, ở đó một bề mặt kim loại sẽ được phủ một lớp kim loại khác qua quá trình điện phân. Hoạt động mạ điện chủ yếu ứng dụng với các dạng mạ vô cơ cho các bề mặt vì mục đích chống gỉ, tạo độ cứng, chống mòn, tạo đặc tính chống rạn nứt, dẫn điện hoặc nhiệt, hoặc để trang trí. Các kim loại và hợp kim thường được dùng trong mạ điện là đồng (đồng-kẽm), cát-mi, crôm, đồng đỏ, vàng, nickel, bạc, thiếc, và kẽm. (OECA, 1995). Hình 1 biểu diễn một quy trình mạ điện cơ bản. Bước đầu tiên trong quy trình thường là bước loại bỏ các chất bẩn dính trên bề mặt chi tiết kim loại (dầu, mỡ, đất v.v...). Nhôm và thép, hai loại kim loại phổ biến nhất, sử dụng hai quy trình tẩy bẩn khác nhau. Có thể nhúng thép vào dung dịch soda kiềm nóng, còn nhôm thì phải được làm sạch bằng a-xít hoặc chất tẩy epoxy vì nhôm bị ăn mòn trong dung dịch kiềm.

Tùy loại chi tiết cần mà có thể cần phải đánh bóng sơ bộ trước khi mạ. Kim loại phi thường được nhúng vào một dung dịch a-xít để tẩy như là bước làm sạch cuối cùng. Có thể dùng rất nhiều loại a-xít nhúng:

- A-xít đơn: a-xít ni-tơ-ric 50% tại nhiệt độ bình thường
- A-xít kép: a-xít sulfuric 15% nhúng 2 phút ở nhiệt độ 82°C, rửa qua, và sau đó nhúng vào dung dịch a-xít ni-tơ-ric 50%
- A-xít hỗn hợp: a-xít ni-tơ-ric 75% hòa với a-xít hydrofluoric 25%

Cũng có thể đặt vào một thùng tẩy điện sử dụng dòng điện ngược chiều để loại bỏ ô-xi và dầu, mỡ hoặc bụi bẩn còn sót lại. Phôi kim loại có thể được mạ trước một lớp đồng mỏng (thấm qua đồng) đây là lớp chống ăn mòn rất hiệu quả và đồng thời cũng tạo ra bề mặt mạ tốt hơn cho lớp mạ nickel sau đó. Sau đó chi tiết được nhúng vào một bồn điện phân có chứa dung dịch nickel sulphate và cực dương nickel, và chi tiết mạ sẽ làm cực âm. Nickel sẽ tạo ra lớp “áo khoác” bảo vệ khỏi ăn mòn và là lớp hoàn tất tạo độ sáng bóng cho chi tiết. Độ dày của lớp mạ phụ thuộc vào độ mạnh yếu của dòng điện và thời gian nhúng chi tiết trong bồn.

Sau khi được rửa bằng nước, chi tiết sẽ được nhúng vào bồn a-xít chromic để mạ chrome. Hiệu suất dòng điện khi phân rã chrome từ dung dịch chromic là rất kém, và vì thế mà mạ chrome là một kỹ thuật mạ tiêu thụ nhiều năng lượng.



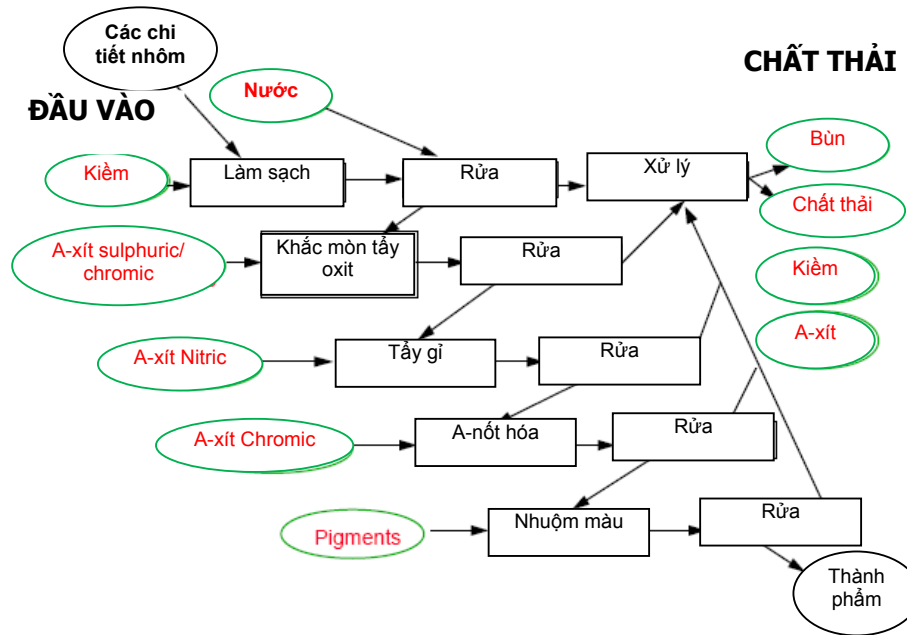
Hình 1. Quy trình mạ điện với các đầu vào và chất thải

1.2.2.2 A-nốt hóa

A-nốt hóa là một quá trình điện phân biến bề mặt kim loại thành một lớp phủ không hòa tan ô-xít. Mạ a-nốt tạo ra lớp bảo vệ chống ăn mòn, các bề mặt trang trí, làm nền để sơn hoặc cho các quy trình tạo lớp phủ bề mặt khác, đồng thời tạo ra các đặc tính cơ khí cũng như điện đặc thù. Nhôm là vật liệu thường được dùng nhiều nhất trong mạ a-nốt. Các quy trình a-nốt hóa nhôm gồm: a-nốt a-xít chromic, a-nốt a-xít sulfuric, và a-nốt boric-sulfuric.

Sau khi a-nốt hóa các chi tiết sẽ được rửa kỹ và đi qua một quá trình bịt lỗ để nâng cao tính chống ăn mòn của lớp phủ bề mặt. Các chất phủ kín này thường là: a-xít chromic, nickel acetate, nickel-cobalt acetate, và nước nóng.

- Nguyên liệu đầu vào – A-xít, chất phủ bề mặt
- Phát thải khí – khí chứa ion kim loại và hơi a-xít
- Nước thải từ quy trình – chất thải a-xít
- Chất thải rắn/nguy hại – Các dung dịch đã dùng, bùn xử lý nước thải, và các mặt kim loại.



Hình 2: Quy trình a-nốt hóa cùng với các yếu tố đầu vào và phát thải

1.2.2.3 Mạ kẽm nhúng nóng

Mạ kẽm là một quy trình tạo lớp phủ bề mặt bằng kẽm cho thép đã được chuẩn bị không sử dụng kỹ thuật điện phân. Trong tất cả các kỹ thuật tạo bề mặt phổ biến cho thép thì mạ kẽm là phương pháp tạo bề mặt chống gỉ tốt nhất. Trong quy trình mạ kẽm kim loại được nấu thành hợp kim với chất nền. Vì thế lớp kẽm mạ sẽ không bị tróc ra như khi dùng sơn tạo ra lớp bảo vệ vĩnh cửu cho chất nền.

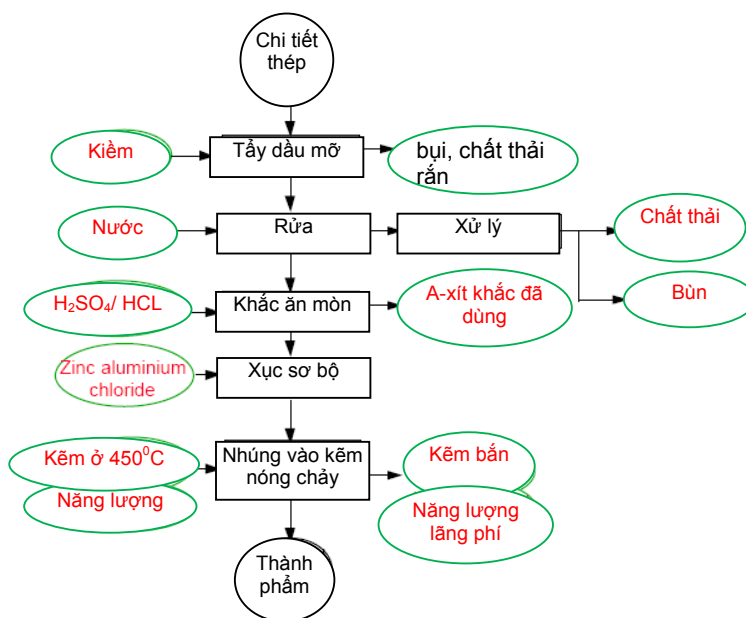
Bước đầu tiên là bước rửa sạch trong kiềm nóng để loại bỏ các chất bẩn bám trên bề mặt chi tiết. Sau đó các chi tiết được đặt vào một bể tẩy (a-xít sulfuric hoặc hydrochloric) để loại bỏ các vẩy sặc, gỉ kim loại và các chất bẩn bám trên bề mặt khác. Các chi tiết được rửa để loại bỏ dung dịch tẩy còn dính trên sản phẩm.

Sau đó có thể chuyển chi tiết sang nhúng vào một dung dịch tạo xỉ, thường có 30% kẽm ammonium chloride với các chất tạo độ ẩm, được duy trì ở nhiệt độ khoảng 65°C. Dung dịch chuyển động loại bỏ lớp màng ô-xít hình thành trên bề mặt thép hoạt động mạnh sau quá trình làm sạch bằng a-xít, và ngăn chặn sự ô-xi hóa thêm 2 giờ trước khi mạ kẽm.

Các chi tiết sau khi đã được chuẩn bị sẵn sàng sẽ được nhúng vào dung dịch kẽm nóng chảy, duy trì ở nhiệt độ khoảng 450°C, tạo ra những lớp mạ hợp kim kẽm-sắt đồng nhất. Các quy trình thay thế gồm một bể mạ/xúc kết hợp trong đó có một lớp kẽm ammonium chloride nóng chảy nổi trên bề mặt của kẽm nóng chảy, và mạ kẽm điện phân cũng được sử dụng rộng rãi. Quy trình mạ kẽm đặc biệt chỉ phù hợp với quy mô cấu trúc lớn và đơn giản. Các lỗ nhỏ trên bề mặt trang trí sẽ được xỉ kẽm lấp đầy. Các quy trình mạ kẽm ly tâm trên chuyền sẽ loại bỏ phần kẽm thừa làm cho chất lượng bề mặt mạ của các chi tiết nhỏ được cải thiện đáng kể.

Cũng giống như hiện tượng nổ bắn kẽm, một lượng sản phẩm thải lớn thoát ra từ bể kẽm do ô-xít kẽm hình thành rất nhanh chóng trên bề mặt bề. Lớp ô-xít này cần phải được hớt bỏ trước khi nhấc vật phẩm mạ ra khỏi bể nhằm tránh hiện tượng xỉ màu và bám cặn tro trên bề mặt mạ. Đây là một khó khăn đối với các chi tiết cần phải nhấc ra khỏi bể mạ một cách từ từ vì lớp ô-xít đã kịp hình thành trong khi nhấc và bám vào bề mặt thành phẩm.

Nếu không có cảnh báo an toàn đầy đủ thì hoạt động mạ kẽm có thể dẫn đến các rủi ro. Khi nhúng các chi tiết vào trong bể kẽm 450°C, kẽm sẽ phản ứng dữ dội và “nổ bắn” rất nhiều ra ngoài. Không khí trong các lỗ hổng nóng lên cực kỳ nhanh và có thể tạo ra áp suất lớn. Nếu không có các lỗ thông thoát khí thì chi tiết có thể bị nổ tan. Đồng thời Kẽm cũng có thể lấp kín các đầu cuối của ống và khi áp suất trong ống tăng lên thì số kẽm bị đầu đó có thể bị bắn bật ra giống như một khẩu ca-nông. Nếu không có các thiết bị che chắn đảm bảo thì quá trình mạ này sẽ bị thất thoát một lượng kẽm rất lớn và có thể gây nguy hiểm cho người công nhân. Nếu các công nhân vận hành phải sơ tán khỏi khu vực thực hiện quy trình trong khi nhúng có thể làm ảnh hưởng lớn tới năng suất.



Hình 3: Quy trình mạ kẽm cùng với các đầu vào và phát thải

1.2.2.4 Sơn tĩnh điện

Sơn tĩnh điện là việc phủ một lớp chất dẻo lên bề mặt các chi tiết cần che phủ. Có 2 loại chất dẻo phổ biến là nhựa nhiệt dẻo và nhựa nhiệt rắn. Các loại nhựa nhiệt dẻo là các chất hình thành một lớp phủ mà không cần phải trải qua quá trình biến đổi cấu trúc phân tử (như polyetylen, polypropylene, nylon, polyvinylchlorua, và nhựa nhiệt dẻo polyeste). Các loại nhựa nhiệt rắn xếp chéo qua nhau tạo ra một lớp màng vĩnh cửu chịu nhiệt và sẽ không bị tan chảy lại (epoxy, hybrid, uretan polyeste, acrylic, polyester triglycidyl isoxyanuric (TGIC)).

Các vật liệu thích hợp để sơn tĩnh điện là thép, nhôm, thép mạ kẽm, magie, nhôm, kẽm và đồng thau. Sơn tĩnh điện được sử dụng vì mục đích thương mại đối với rất nhiều sản phẩm kim loại từ cỡ nhỏ đến cỡ trung bình, bao gồm những bộ đồ gá đèn chiếu sáng, vỏ thiết bị, các thiết bị ngoài trời, các kệ giá, và khung cửa sổ, ...

Lớp phủ được tạo ra bằng cách phun bột được tích điện nhờ phương pháp tĩnh điện lên bề mặt của chi tiết, và đem nung nóng, khi đó bột phủ sẽ chảy và tạo thành lớp bề mặt có liên kết tốt. Sơn tĩnh điện thường được áp dụng khi sơn 1 lớp. Sơn tĩnh điện đang ngày càng phổ biến vì đây là một công nghệ tạo lớp phủ bề mặt tạo ra phát thải ít hơn so với các công nghệ khác. Xu hướng này xuất phát từ nguyên nhân chi phí tăng lên và thời gian sản xuất kéo dài của các công nghệ khác, cộng với các quy định luật pháp về vấn đề môi trường ngày càng khắt khe. Ưu thế chính của phương pháp sơn tĩnh điện là không dùng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC) và vì thế mà không cần đến các thiết bị phân hủy VOC tốn kém như lò thiêu hoặc các thiết bị hấp thụ carbon.

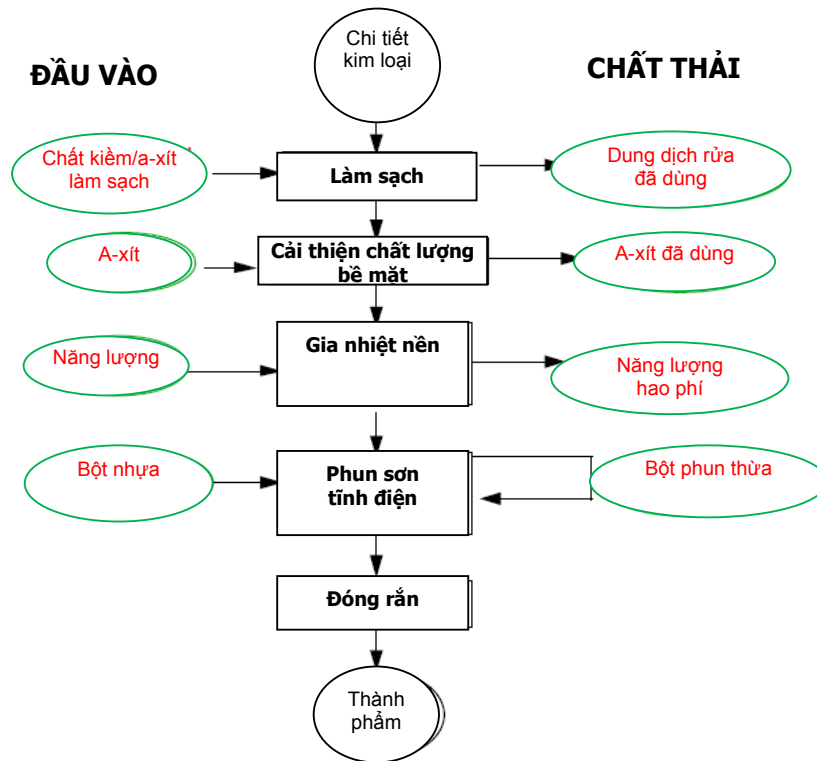
Hiệu quả của các hệ thống phun bột cao hơn nhiều so với phun dung môi hoặc nước. Sau khi phun, lượng bột không bám vào chi tiết có thể được thu hồi và tái sử dụng. So với các kỹ thuật phun ướt, phun tĩnh điện đạt được độ bao phủ lớn hơn vì bột có thể phủ lên tất cả các góc cạnh và bề mặt của chi tiết không trực diện với súng phun. Trước khi phun bột, bề mặt chi tiết cần phải được làm sạch, sấy khô, và cải thiện chất lượng bề mặt. Việc cải thiện chất lượng bề mặt có thể được thực hiện bằng cách rửa hay súc a-xít. Các phương pháp gia công đặc biệt trước khi sơn gồm làm sạch bằng dung môi chuyên dụng, bằng các chất mài mòn, hay bằng hóa chất pha loãng. Việc làm sạch bề mặt có ý nghĩa quan trọng đối với công nghệ sơn tĩnh điện hơn nhiều so với mạ điện vì trong quy trình sơn sẽ không có thêm một bước làm sạch nào.

Có rất nhiều loại nhựa nhiệt dẻo được dùng cho kỹ thuật sơn tĩnh điện như polyetylen, polypropylen, nylon, PVC và nhựa nhiệt dẻo polyeste. Các loại nhựa nhiệt dẻo này chủ yếu được sử dụng làm các lớp phủ bảo vệ và thực hiện chức năng nhất định chứ không phải là để thay thế cho các sơn dung môi.

Các loại nhựa nhiệt rắn sẽ được nghiền thành bột mịn và được tạo thành các màng mỏng, do đó bề mặt phủ gần tương tự như sơn nước. Có 5 họ nhựa nhiệt rắn chủ yếu là: epoxy, hybrid, uretan polyeste, acrylic, và tri-glycidyl iso-cyanuric (TGIC) polyeste.

Các nguyên liệu dùng trong sơn tĩnh điện có giá cao hơn khá nhiều so với các nguyên liệu sơn truyền thống khác cho cùng một thể tích. Tuy nhiên, có nhiều trường hợp chi phí sản xuất ra thành phẩm lại thấp hơn, đặc biệt là khi cần phải tạo lớp phủ dày, và có thể bù lại cho khoản chi phí nguyên liệu bột cao (EnviroSense, 1994).

Những hạn chế lớn nhất khi áp dụng kỹ thuật sơn tĩnh điện là cần phải làm nóng vật cần sơn ở nhiệt độ cao (260°C) để làm nóng chảy bột, vì thế nó chỉ áp dụng được cho những vật phẩm bằng kim loại, kích cỡ của chi tiết cũng cần phải phù hợp đủ để cho vào trong lò và màu sắc các mẻ phải đồng nhất cũng như phải phù hợp màu với các loại sơn thông dụng khác (EnviroSense, 1994).



Hình 4: Quy trình sơn tĩnh điện

1.2.2.5 Phủ phi kim

Crôm hoá được dùng với nhiều loại kim loại khác nhau thông qua phương pháp xử lý hóa chất hoặc điện hóa. Các dung dịch, thường chứa crôm hóa trị 6 và các hợp chất khác, phản ứng với bề mặt kim loại để tạo một lớp có chứa một hỗn hợp phức tạp gồm các hợp chất của crôm, các thành phần khác và kim loại nền.

Phốt phát hoá có thể được tạo ra bằng cách nhúng thép, sắt hoặc thép mạ kẽm vào dung dịch muối phốt phát loãng hay a-xít phốt phát và các chất xúc tác khác để tạo môi trường bề mặt cho công đoạn chế biến tiếp theo.

Nhuộm màu kim loại bằng cách dùng hóa chất để biến bề mặt kim loại thành hợp chất ô-xít hoặc hợp chất kim loại tương tự để tạo ra bề mặt hoàn tất trang trí như màu xanh trên đồng.

Thụ động hóa là một quy trình tạo lớp màng bảo vệ trên kim loại bằng cách nhúng vào một dung dịch a-xít, thường là a-xít nitric hoặc a-xít nitric lẫn natri đicromat.

Các đặc điểm của quy trình này bao gồm:

- Nguyên liệu đầu vào: kim loại và a-xít
- Khí thải: khí mang ion kim loại và hơi a-xít
- Nước thải: các muối kim loại, a-xít, và các chất thải từ kim loại phôi
- Chất thải rắn/nguy hại: dung dịch đã dùng hết, bùn xử lý nước thải, và kim loại phôi

1.2.3 Hoàn tất cơ học

Hoàn tất bằng phương pháp thổi (blast finishing) giúp tạo ra các bề mặt hoàn tất mờ hay bóng, thô hay mịn, và để lại hay loại bỏ những yếu tố không hoàn hảo khác.

Hoàn tất khối (mass finishing) là một quy trình mà trong đó bề mặt chi tiết được hoàn tất hoặc chuẩn bị cho các hoạt động khác bằng cách khuấy một số lượng lớn các chi tiết trong hỗn hợp gồm các chất trung gian đánh gi, nước, và các hợp chất hoàn tất bề mặt.

Đánh bóng (polishing) là một hoạt động mài mòn để loại bỏ hoặc làm nhẵn các lỗi bề mặt (xước, rỗ, hay dấu vết khi gia công) có ảnh hưởng xấu đến ngoại quan hoặc chức năng của sản phẩm. Các đặc điểm bao gồm:

- Nguyên liệu đầu vào: các chất trung gian đánh bóng
- Khí thải: rất ít
- Nước thải: nước có chứa cặn đánh bóng, kim loại và hợp chất hoàn tất bề mặt
- Chất thải rắn/ nguy hại: kim loại bề mặt bị bong ra, chất đánh bóng trung gian.

Sơn và tạo lớp phủ bề mặt

Sơn phun là một quy trình trong đó sơn được đựng trong một khoang chứa bị nén và được phun thành các tia qua một vòi phun. Trong cả 2 phương pháp này thì nguyên liệu lớp phủ đều được phun lên mặt và sau đó đóng rắn. Các dây chuyền tạo lớp phủ bề mặt hiện đại nhất có dùng cả nguyên liệu bột và chất lỏng có thể đóng rắn bằng tia cực tím.

Lớp phủ bằng nguyên lý ngưng hơi vật lý (Physical vapor deposition-PVD) là các lớp phủ đặc biệt mỏng chỉ khoảng 2 đến 5 micromet. PVD gồm một số quá trình ngưng kết trong đó các nguyên tử bị tách bằng phương pháp vật lý từ nguồn và bám lên sản phẩm. Nhiệt năng và phương pháp bắn phá ion chuyển hóa chất phủ thành dạng hơi.

Các đặc điểm của quy trình này bao gồm:

- Nguyên liệu đầu vào: các dung môi và chất phủ
- Khí thải: các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC) và các chất ô nhiễm không khí nguy hại (HAP)
- Nước thải: nước chứa nhiều dung môi, nước rửa
- Chất thải rắn/nguy hại: các chất cặn, xỉ, dung môi sơn, sơn thừa hoặc hết hạn sử dụng.

Khắc axit

Khắc để tạo ra các mẫu thiết kế cụ thể hoặc hình thức bề mặt của sản phẩm bằng cách hòa tan có kiểm soát sử dụng các hóa chất phản ứng hay chất khắc axit.

- Nguyên liệu đầu vào: axit, chất khắc axit, hoá chất phản ứng.
- Khí thải: VOCs
- Chất thải rắn/ nguy hại: bùn, axit và hoá chất phản ứng đã qua sử dụng.

1.2.4 Khu vực phụ trợ

Khu vực phụ trợ bao gồm cấp nước, cấp điện, hệ thống khí nén, và nồi hơi cùng mạng phân phối hơi nước.

Ngành xử lý hoàn tất kim loại sử dụng rất nhiều nước, đặc biệt tại các bước rửa. Việc cấp nước hiện được đảm bảo bằng cách lấy nước từ mạng cấp nước địa phương hoặc bằng các giếng khoan của các công ty. Chất lượng nước đặc biệt có tác động quan trọng tới chất lượng lớp phủ về mặt nên được phải được xử lý trước khi sử dụng vào sản xuất.

Khí nén được dùng cho các khâu xịt phun trong quá trình xử lý hoàn tất. Các máy nén thường là yếu tố góp phần làm giảm hiệu quả sử dụng năng lượng.

Hệ thống lò hơi và mạng phân phối hơi trong các nhà máy hoàn tất kim loại cũng cần được cân nhắc khi đánh giá tổn hao năng lượng. Khí thải từ nồi hơi được thải ra thông qua một quạt gió đẩy vào ống khói. Hệ thống kiểm soát khí thải như cyclon đa bậc, túi lọc, và ESP có thể được sử dụng để kiểm soát phát thải hạt lơ lửng.

Một số nhà máy có các bộ phát điện dùng diesel để đảm bảo các yêu cầu về điện năng, đề phòng trường hợp mất điện từ lưới điện quốc gia.

1.3 Các vấn đề môi trường trong hoàn tất sản phẩm kim loại

Ngành hoàn tất kim loại gây ra rất nhiều vấn đề môi trường như các chất ô nhiễm trong nước thải và khí thải cũng như các chất độc hại trong bùn thải. Kết quả là ngành này liên tục phải đối mặt với ngày càng nhiều các quy định luật pháp và giới hạn môi trường. Vấn đề nổi cộm nhất là nước thải, sau đó là khí thải và chất thải rắn. Bảng 1 sẽ tổng kết lại các dạng chất thải của ngành hoàn tất kim loại.

Bảng 1: Các dạng chất thải trong ngành hoàn tất sản phẩm kim loại

Chất thải	Các nguy cơ tiềm tàng	Dòng thải	Công đoạn
Kiềm (hydroxide)	Ăn mòn	Nước thải	Làm sạch, khắc axit
Axit (Nitơ, Lưu huỳnh, axit clohydric, axit flohydric)	Ăn mòn	Nước thải	Làm sạch, khắc axit, ngâm tẩy, nhúng làm sáng
Các chất hoạt động bề mặt	Độc đối với thủy sinh	Nước thải	Làm sạch
Dầu và mỡ	Độc đối với thủy sinh	Nước thải, dung môi thải	Làm sạch
Cadimi, kẽm, Niken, Đồng, và các kim loại khác	Độc	Bể mạ, dung dịch bám theo ra, nước rửa, các màng lọc thải, bùn	Mạ
Percloroetylen, Tricloroetylen, các dung môi khác	Bệnh hô hấp và da	Dung môi thải, (lỏng hoặc bùn), khí thải	Làm sạch
Xyanua	Độc	Bể mạ, dung dịch bám theo ra, nước rửa, bùn, nước thải khác	Mạ, làm sạch bằng tang quay, bóc lớp mạ, xử lý nhiệt, tẩy gỉ
Cromat	Độc	Bể mạ, dung dịch bám theo ra, nước rửa, bùn, nước thải khác và khí mù	Mạ, crôm hoá, khắc axit
Nước		Nước rửa, nước bám theo ra, bể xử lý, khí thải (bay hơi), nước làm mát, xả đáy lò hơi	Ở rất nhiều quy trình

1.3.1 Các vấn đề môi trường trong công đoạn tiền xử lý

Các dung môi, a-xít, và dung dịch kiềm được sử dụng trong các công đoạn tiền xử lý thường dẫn đến các phát thải khí, nước thải hoặc chất thải độc hại. Các hóa chất này có thể gây ra các tác động môi trường nghiêm trọng nếu không được xử lý thích hợp.

Nước thải: nước thải từ quá trình tiền xử lý chủ yếu là nước thải bị ô nhiễm từ các bể rửa và nước vệ sinh cho quy trình. Loại ô nhiễm còn phụ thuộc vào nguồn gốc. Hầu hết những dung dịch mạ từ các bể tẩy gỉ và từ công đoạn rửa kim loại đều có tính a-xít và chứa các dung dịch a-xít sulfuric, nitric và clohydric. Nước thải kiềm từ thiết bị làm sạch bằng kiềm và nước rửa có chứa xà phòng, các loại dầu và chất rắn lơ lửng. Dung dịch làm sạch kiềm tính có chứa natrihydroxit, các loại muối phốt-phát, silicat, carbonat, một số chất nhũ tương hữu cơ và các chất thấm ướt tổng hợp.

Các hợp chất hữu cơ thải: Thông thường quy trình sơn hoàn tất là nguồn chính phát thải các hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC). Khoảng 40% phát thải dung môi của các hoạt động công nghiệp là từ quy trình này. ¼ trong số đó bắt nguồn từ ngành công nghiệp sản xuất ô-tô.

Các công ty sử dụng tricloetylen hoặc các loại dung môi chứa clo khác gây ra ô nhiễm không khí nghiêm trọng vì 75-90% các dung môi là bay hơi. Tuy nhiên, có thể sử dụng các loại thiết bị lọc than đặc biệt để giữ lại các dung dịch này. Nên thay thế chất tẩy dung môi chứa clo bằng các kỹ thuật tẩy khác chẳng hạn như tẩy kiềm.

Phát thải VOC dẫn đến hiện tượng tạo ozone và gây khói mù tại tầng đối lưu. Quá trình này rất có hại cho sức khỏe con người và làm giảm sản lượng mùa màng từ 10 - 15%. Tác động môi trường chủ yếu từ các quy trình tiền xử lý được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 2: Các vấn đề môi trường từ những hoạt động tiền xử lý

Quy trình	Tiêu hao / Chất thải	Các vấn đề môi trường
Xử lý cơ học	Tiêu hao năng lượng Các phần tử kim loại nặng và bụi của môi chất đánh bóng	Cạn kiệt tài nguyên và ô nhiễm không khí. Đặc biệt là góp phần gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu. Môi trường làm việc không bảo đảm và ô nhiễm tiếng ồn.
Tẩy dầu mỡ bằng dung môi	Các hợp chất hữu cơ bay hơi Chất thải nguy hại	Các hợp chất hữu cơ bay hơi từ các dung môi là rất độc hại và gây ra hiện tượng khói quang hoá làm kích ứng đường hô hấp và dẫn tới các bệnh về phổi. Một số dung môi chứa clo là những chất phá hủy tầng ozon, và cần được loại bỏ theo Nghị định thư Montreal

Quy trình	Tiêu hao / Chất thải	Các vấn đề môi trường
Tẩy dầu mỡ bằng kiềm	Hơi và nước thải từ các bể xử lý kiềm có chứa dầu, ion kim loại và các hóa chất khác Tiêu hao năng lượng	Có nguy cơ gây nhiễm độc cho thủy sinh nếu như để nước thải này thoát ra môi trường
Tẩy dầu mỡ bằng phương pháp điện phân	Sôn khí và các dịch xử lý đã sử dụng có chứa dầu, ion kim loại và các hóa chất Tiêu thụ điện	Sôn khí có thể ảnh hưởng xấu tới môi trường làm việc. Các dịch xử lý đã dùng có thể gây nhiễm độc cho thủy sinh Cạn kiệt tài nguyên, ô nhiễm không khí và góp phần vào hiện tượng ấm lên toàn cầu
Tẩy rỉ bằng axit	Hơi axit Các dịch xử lý bằng a-xít đã sử dụng còn chứa dầu, ion kim loại, hóa chất	Nguy cơ phá hỏng các công trình nhà xưởng Nguy cơ nhiễm độc cho thủy sinh nếu xả nước thải này ra môi trường
Mạ lót	Tiêu thụ năng lượng và nước thải ra có chứa ion kim loại, các hóa chất	Tiêu thụ năng lượng dẫn đến suy giảm tài nguyên không tái sinh (như dầu mỏ), phát thải khí và hiện tượng ấm lên toàn cầu Nước thải: như trên
Rửa	Tiêu hao nước Nước thải có chứa dầu, ion kim loại và hóa chất từ bề trước	Tiêu thụ nước có thể dẫn đến cạn kiệt nguồn nước sạch trong khu vực Nước thải có khả năng gây nhiễm độc cho thủy sinh

Năm 1995 tổng lượng phát thải VOC hàng năm của Liên minh Châu Âu ước tính ở mức 8 triệu tấn trong đó 8% bắt nguồn từ các hoạt động sơn công nghiệp. Ở các nước công nghiệp phát triển thì tỉ lệ này cũng được dự đoán ở mức tương tự.

1.3.2 Các vấn đề môi trường trong công đoạn mạ điện

Các chất thải của công đoạn mạ điện chủ yếu là các dung dịch có chứa kim loại. Các loại kim loại và hợp kim thường được mạ điện là đồng thau (đồng-kẽm), cadimi, crôm, đồng, vàng, nickel, bạc, thiếc và kẽm.

Tính chất và độ ô nhiễm của các chất thải trong mạ điện rất khác nhau và tùy thuộc vào các yêu cầu mạ, phương pháp rửa và số lượng công đoạn tiền xử lý thực hiện tại nhà máy.

Khí thải: các hoạt động mạ làm phát sinh phát thải và sôn khí. Các sôn khí thoát ra từ các dung dịch mạ điện và các khí trong quy trình là nguồn phát thải khí và có thể chứa các kim loại nặng hoặc các chất khác có trong bể mạ. Các sôn khí và hơi dung dịch ảnh hưởng xấu đến môi trường làm việc tại khu vực sản xuất.

Tiêu thụ nước: Các quy trình mạ điện tiêu thụ nước rất khác nhau tùy thuộc vào diện tích bề mặt được mạ. Mức tiêu thụ nước tại công đoạn mạ điện trong thực hành tốt có thể đạt mức 10-20 lít/m² bề mặt .

Bảng 3: Tình hình tiêu thụ nước tính theo diện tích bề mặt mạ

Loại mạ điện	Lượng nước tiêu thụ/m ²
Mạ kẽm quay	10 - 210 l/m ²
Mạ kẽm treo	10 - 600 l/m ²
Mạ nicken quay	20 - 50 l/m ²
Mạ nicken treo	40 - 50 l/m ²
Mạ crôm cứng	20 l/m ²
Mạ thiếc quay	50 l/m ²

Nước thải: Nước thải từ công đoạn mạ điện chủ yếu là nước rửa và chất ô nhiễm bao gồm các ion kim loại, đôi khi là xyanua tùy thuộc vào thành phần của bề mạ.

Nước thải thường được xử lý tại chỗ bằng phương pháp kết tủa hydroxit truyền thống. Nước thải có chứa Cr⁶⁺ phải được xử lý sơ bộ để khử Cr⁶⁺ thành Cr³⁺. Nước thải có chứa xyanua phải được ô-xy hoá riêng. Việc xử lý nước thải sẽ tạo ra bùn. Hàm lượng kim loại nặng trong nước thải nhờ đó mà giảm xuống và chuyển thành pha cô đặc gồm các hydroxit kim loại. Bùn sau khi tạo ra cần phải được làm lắng.

Xyanua: Xyanua, chủ yếu là natri hoặc kali xyanua, thường được dùng làm tác nhân tạo phức cho mạ cát-mi và, các kim loại quý, và dùng cho các dung dịch khác như dung dịch mạ đồng và kẽm. Các muối xyanua thường được ưa dùng vì chúng là các dung môi tốt, và trong mạ kẽm thì nó cho ra sản phẩm sáng hơn và ít rỗ hơn. Xyanua rất độc hại đối với cá, các loài thủy sinh khác, cũng như con người. Chỉ cần trong nước có nhiễm một lượng nhỏ xyanua là đã rất nguy hiểm và cần phải tránh.

Các loại chất thải khác: Các chất thải khác phát sinh từ mạ điện gồm các dung dịch đã qua sử dụng bị nhiễm bẩn trong quá trình sử dụng và vì thế làm giảm bớt hiệu suất xử lý. Các dung dịch đã qua sử dụng có thể được xả bỏ định kỳ. Bảng 4 trình bày các vấn đề môi trường từ các bước xử lý trong công đoạn mạ điện.

Bảng 4: Các vấn đề cần quan tâm trong quá trình mạ điện

Quy trình	Tiêu hao/chất thải	Các vấn đề môi trường
Mạ Nickel	<p>Tiêu hao năng lượng</p> <p>Sử dụng các bể dung dịch có chứa các ion kim loại và hoá chất</p> <p>Ít phát thải khí và sơn khí</p>	<p>Tiêu hao năng lượng có thể dẫn đến suy giảm các nguồn tài nguyên không tái tạo (vd: dầu mỏ) và phát thải khí, đặc biệt là góp phần gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu vì phát thải carbon dioxide (CO₂)</p> <p>Nếu thải các dung dịch đã sử dụng ra môi trường thì nó có thể gây ra các tác động độc hại cho thủy sinh. Ngoài ra còn có nguy cơ gây ô nhiễm đất</p> <p>Các khí thải và sơn khí khiến cho môi trường làm việc trở lên độc hại</p>
Mạ kẽm axit	<p>Tiêu thụ năng lượng</p> <p>Hơi axit</p> <p>Các dung dịch a-xít đã qua sử dụng có chứa các ion kim loại và hoá chất</p>	<p>Như trên</p> <p>Nguy cơ phá huỷ nhà xưởng</p> <p>Như trên</p>
Rửa	<p>Tiêu hao nước</p> <p>Nước thải có chứa ion kim loại và các hoá chất từ bể trước đó</p>	<p>Tiêu hao nước có thể dẫn đến cạn kiệt nguồn nước sạch trong vùng</p> <p>Nước thải có thể gây tác động độc hại tới môi trường thủy sinh do nó có chứa kim loại nặng</p>

1.3.3 Các vấn đề môi trường trong phủ phi kim

Các vấn đề môi trường trong phủ phi kim cũng tương tự như trong các quy trình mạ điện.

Trong crômát hóa màu vàng, cả crôm hoá trị 6 và hoá trị 3 đều xuất hiện trong nước thải từ các bể rửa. Vì crôm hoá trị 6 rất độc nên cần phải tránh sử dụng loại này và nên chỉ dùng crôm màu xanh có chứa duy nhất crôm hoá trị 3.

Bảng 5: Các vấn đề môi trường cần quan tâm trong quá trình phủ phi kim

Quy trình	Tiêu hao/chất thải	Các vấn đề môi trường
Phốt phát hoá	<p>Tiêu hao năng lượng</p> <p>Các bể dung dịch đã sử dụng có chứa các ion kim loại và hoá chất</p> <p>Lượng nhỏ phát thải khí và sơn khí</p>	<p>Tiêu hao năng lượng có thể dẫn đến cạn kiệt các nguồn tài nguyên không tái tạo (ví dụ: dầu mỏ) và phát thải khí, đặc biệt là góp phần gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu.</p> <p>Các dung dịch đã sử dụng nếu xả môi trường thì sẽ gây ra các tác động độc hại cho thủy sinh. Ngoài ra còn có nguy cơ gây ô nhiễm đất.</p> <p>Các phát thải khí và sơn khí có thể khiến cho môi trường làm việc trở lên độc hại</p>
Crôm-mát hoá	<p>Tiêu hao năng lượng</p> <p>Các bể dung dịch a-xít đã sử dụng có chứa các ion kim loại và hoá chất</p> <p>Lượng nhỏ phát thải khí và sơn khí</p>	<p>Như trên</p> <p>Nước thải có chứa crôm hoá trị 6 rất độc hại</p> <p>Như trên</p>
Rửa	<p>Tiêu hao nước</p> <p>Nước thải có chứa ion kim loại và các hoá chất từ bể trước đó</p>	<p>Tiêu hao nước có thể dẫn đến cạn kiệt nguồn nước sạch trong vùng</p> <p>Nước thải có thể gây tác động độc hại tới môi trường nước do nó có chứa kim loại nặng</p>

1.3.4 Các vấn đề môi trường trong hoàn tất bằng sơn

Các vấn đề môi trường liên quan tới hoàn tất sử dụng sơn rất phức tạp và các phân tích để thực hiện SXSH cần phải căn cứ vào cái nhìn tổng quát. Bảng 6 trình bày các quy trình được chọn và nêu ra các nguồn gây ô nhiễm ở từng công đoạn. Một số vấn đề môi trường liên quan đến công đoạn hoàn tất sử dụng sơn là:

- Phát thải chứa các hạt lơ lửng;
- Các dung môi thải (các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi)
- Mùi
- Tải lượng thủy lực, nước thải; và
- Phát sinh chất thải độc và nguy hại.

Bảng 6: Các vấn đề môi trường cần quan tâm trong quá trình sơn

Quy trình	Tiêu hao/chất thải	Các vấn đề môi trường
Tạo lớp sơn lót	Các chất màu độc hại Chất thải rắn, buồng phun Chất thải lỏng, cặn sơn Dung môi thải Các hạt lơ lửng trong khí thải Mùi Các chất ô nhiễm siêu nhỏ (chất màu lơ lửng trong không khí)	Độc hại với con người và môi trường Có thể gây ra mùi tại bãi rác Tác động về mặt mỹ quan tới nước thải, và có nguy cơ gây độc Các hợp chất hữu cơ bay hơi là các chất độc và tạo ra khói mù quang hóa gây kích ứng đường hô hấp và gây ra các bệnh về phổi Có thể gây ra các bệnh về phổi Gây khó chịu cho người dân khu vực xung quanh Sức khỏe an toàn lao động không được đảm bảo
Đóng rắn nhiệt	Dung môi thải Các hạt lơ lửng trong khí thải Mùi Các chất ô nhiễm siêu nhỏ Tiêu hao năng lượng	Như trên Như trên Như trên Như trên Tiêu hao năng lượng có thể dẫn đến cạn kiệt các nguồn tài nguyên không tái sinh (ví dụ: dầu mỏ), khí thải và hiện tượng ấm lên toàn cầu
Sơn lớp ngoài	Giống như quy trình tạo lớp sơn lót	Giống như quy trình tạo lớp sơn lót

2 Sản xuất sạch hơn – Nguyên tắc, nhu cầu và phương pháp luận

Chương này giới thiệu các nguyên tắc về SXSH, các yêu cầu của tiếp cận này và tiềm năng thực hiện đối với ngành hoàn tất sản phẩm kim loại ở Việt Nam. Chương này sẽ giới thiệu tổng quan phương pháp luận về SXSH và các bước khác nhau trong phương pháp luận này. Người đọc cũng sẽ được giới thiệu nhiều kỹ thuật khác nhau để xác định các lựa chọn SXSH trong sản xuất hoàn tất sản phẩm kim loại. Chi tiết hướng dẫn sử dụng phương pháp luận này và cách tiếp cận từng bước sẽ được cung cấp cụ thể hơn trong Chương 4.

2.1 Giới thiệu về Sản xuất sạch hơn (SXSH)

Quá trình công nghiệp hóa nhanh và rộng là một trong những yếu tố đóng góp quan trọng vào sự phát triển của nền kinh tế Việt Nam. Tuy nhiên, đi kèm với sự bùng nổ tăng trưởng công nghiệp thường là các vấn đề về môi trường. Một trong các cách thức tiếp cận để giải quyết vấn đề này là phương pháp tiếp cận “cuối đường ống (EOP)”, tức là xử lý phát thải/chất thải chỉ sau khi chúng đã phát sinh. Về thực tiễn, điều này đồng nghĩa với xây dựng và vận hành các cơ sở xử lý nước thải, các thiết bị kiểm soát ô nhiễm không khí và các bãi chôn lấp an toàn - đây là những công việc rất tốn kém.

Xét đến quy trình công nghiệp cần phải hiểu rằng bất cứ quy trình hoặc hoạt động nào cũng không bao giờ đạt được hiệu suất 100%. Luôn có tổn hao nào đó vào môi trường và không thể chuyển thành dạng sản phẩm hữu ích. Tổn hao này là sự lãng phí hay sự ô nhiễm luôn gắn liền với sản xuất công nghiệp. Yếu tố này thường được nhắc đến như “cơ hội bị mất đi trong quá trình sản xuất”. Tỷ lệ phát sinh chất thải thường rất cao và có một thực tế là rất ít nhà sản xuất công nghiệp nhận ra điều này. Hiện nay tiếp cận xử lý cuối đường ống vẫn đang được áp dụng phổ biến trong các cơ sở công nghiệp, nhưng khả năng tiếp nhận ô nhiễm của môi trường đang gần như cạn kiệt và các đơn vị sản xuất công nghiệp dần nhận thức được sự cần thiết phải xem xét lại các công đoạn sản xuất của mình. Điều này đã dẫn đến sự xuất hiện khái niệm về một tiếp cận mang tính chủ động để giảm chất thải tại nguồn trong quản lý chất thải. Tiếp cận chủ động này được gọi là Sản xuất sạch hơn (SXSH).

SXSH được định nghĩa là sự áp dụng liên tục chiến lược môi trường tổng hợp mang tính phòng ngừa trong các quy trình, sản phẩm, và dịch vụ nhằm nâng cao hiệu suất và giảm thiểu rủi ro cho con người và môi trường.

- Với các quy trình sản xuất, SXSH bao gồm việc bảo tồn các nguyên liệu thô và năng lượng, loại bỏ các nguyên liệu thô độc hại, và giảm lượng và độc tính của tất cả các dạng chất thải;
- Với các sản phẩm, SXSH bao gồm việc giảm thiểu các tác động tiêu cực trong vòng đời sản phẩm, từ khi khai thác nguyên liệu thô cho tới khi thải bỏ cuối cùng; và
- Với các dịch vụ, SXSH là sự tích hợp các mối quan tâm về môi trường trong quá trình thiết kế và cung ứng dịch vụ.

Sự khác biệt căn bản giữa EOP hay còn gọi là kiểm soát ô nhiễm và SXSH là ở vấn đề thời điểm hành động. Kiểm soát ô nhiễm là phương pháp tiếp cận sau khi vấn đề đã phát sinh, “phản ứng và xử lý”; trong khi đó, SXSH lại mang tính chủ động, theo “triết lý dự đoán và phòng ngừa”. Phòng ngừa, đã được thừa nhận rộng rãi, luôn luôn tốt hơn xử lý, giống như câu nói “phòng bệnh hơn chữa bệnh”. Khi giảm thiểu chất thải và ô nhiễm thông qua SXSH thì đồng thời sẽ giảm tiêu thụ nguyên liệu và năng lượng. SXSH là cố gắng đưa hiệu suất sử dụng đầu vào tới sát 100% trong giới hạn về khả thi kinh tế. Một điểm quan trọng cần nhấn mạnh rằng, SXSH không chỉ đơn thuần là thay đổi thiết bị mà SXSH đề cập tới thay đổi thái độ quan điểm, áp dụng các bí quyết và cải tiến quy trình sản xuất cũng như cải tiến sản phẩm. Các khái niệm khác tương tự như SXSH là:

- Giảm thiểu chất thải;
- Phòng ngừa ô nhiễm; và
- Năng suất xanh.

Những khái niệm này về căn bản là tương tự như SXSH, với ý tưởng nền tảng là làm cho các công ty trở lên hiệu quả hơn và ít ô nhiễm hơn.

2.2 Nhu cầu về SXSH

Các nguyên liệu được sử dụng trong công nghệ hoàn tất kim loại và các loại chất thải nếu không được quản lý tốt đều tiềm ẩn khả năng gây nguy hại cho sức khỏe con người và môi trường. Điều này đặc biệt đúng đối với các quy trình tạo lớp phủ bề mặt và mạ điện. Các quan ngại về vấn đề an toàn và sức khỏe, tác động tới môi trường, chi phí xử lý chất thải, các yêu cầu về tuân thủ quy định luật pháp về môi trường, trách nhiệm pháp lý tiềm ẩn và vấn đề tiêu thụ năng lượng và nước là một số trong rất nhiều lý do vì sao cần phải nghiên cứu các công nghệ hoàn tất kim loại mới hơn và ít ô nhiễm hơn.

Gần đây, SXSH đã nổi lên như một gợi ý hấp dẫn để đối phó với các vấn đề môi trường phát sinh từ sự công nghiệp hóa nhanh chóng và tiếp cận này đang được chấp nhận ngày càng rộng rãi trên khắp thế giới. Ngoài việc giảm thiểu ô nhiễm, SXSH còn nâng cao hiệu suất của quá trình sản xuất, từ đó giảm chi phí sản xuất. Ngành hoàn tất kim loại có đặc điểm là tiêu thụ tài nguyên như nước, nhiên liệu, và hóa chất ở mức độ cao, đồng thời cũng là ngành có hiệu suất thấp dẫn tới sự lãng phí tài nguyên rất lớn. Trong bối cảnh đó, SXSH chính là một tiếp cận đặc biệt phù hợp cho ngành.

Do xuất hiện những thách thức lớn từ quá trình toàn cầu hóa thương mại và tự do hóa nhập khẩu, sự cạnh tranh trong ngành hoàn tất kim loại đang trở lên căng thẳng hơn từng ngày. Hiện nay, sự tăng trưởng và tồn tại của nhiều doanh nghiệp ngành này phụ thuộc khá nhiều vào vấn đề họ có thể vận hành sản xuất ở mức chi phí thấp nhất có thể hay không. Do chi phí hóa chất và năng lượng chiếm đến hơn 75% tổng chi phí sản xuất trong ngành nên việc giảm thiểu tiêu thụ hai loại tài nguyên này mang tính quyết định. Bên cạnh đó, nếu làm được việc này thì yêu cầu xây dựng các trạm xử lý tốn kém và phức tạp để có thể đáp ứng được các tiêu chuẩn của luật pháp cũng sẽ được giảm đi do đã giảm được lượng chất thải phát sinh.

Ngoài các điểm chính nêu ở trên, SXSH còn giúp tìm ra các giải pháp hiệu quả cho các khía cạnh khác liên quan tới hoạt động của doanh nghiệp như được phân tích dưới đây:

2.2.1 Các tác động đến sức khỏe và môi trường

Nhiều quy trình hoàn tất kim loại làm phát sinh các chất ô nhiễm độc hoặc nguy hại trực tiếp tác động tới người công nhân hoặc tới môi trường không khí, đất và nước. Việc thải bỏ các chất thải của các quy trình hoàn tất kim loại mà không qua xử lý hoặc chỉ xử lý một phần sẽ có thể gây hỏng thiết bị xử lý chất thải tập trung và như vậy chất thải không được xử lý sẽ thoát ra và gây ô nhiễm tầng nước mặt. Sự tiêu thụ năng lượng và nước trong hoàn tất kim loại cũng là lý do dẫn đến những tác động môi trường.

- **Chuẩn bị bề mặt và làm sạch các chi tiết:** Các chất làm sạch gốc dung môi có chứa VOC và các chất ô nhiễm không khí nguy hại (HAP) cần kiểm soát do chúng có tác động xấu tới sức khỏe và môi trường. Bụi từ quá trình thổi và làm sạch bằng cơ khí có thể gây ra các vấn đề về đường hô hấp.
- **Mạ:** Các kim loại nặng và xyanua là những chất đặc biệt nguy hiểm và là những chất thải phổ biến trong ngành mạ. Crom và mạ crom cứng có thể tạo ra lớp mạ bề mặt có đặc tính chống ăn mòn tuyệt vời, nhưng crom lại là chất gây ung thư cho người đã được khẳng định và crom hóa trị 6 là chất gây ung thư phổi tiềm tàng. Các mô mềm bị nhiễm chì có thể gây tổn thương cho gan, thận, não, và cơ, còn trẻ em thì đặc biệt nhạy cảm khi tiếp xúc với chì (các hợp kim chứa chì được sinh ra từ các anot chì cũng như các hợp kim chứa chì sử dụng trong mạ). Cadimi có thể gây hại cho thận và phổi, thậm chí là ung thư. Các kim loại khác dùng trong ngành mạ gồm nickel, kẽm, bạc, và đồng cùng với các hợp chất của chúng là những chất có nguy cơ gây hại cho môi trường và sức khỏe. Xyanua, sử dụng trong các bể mạ, là một chất độc hoạt động cực nhanh gây cản trở quá trình hấp thụ ô-xy của các tế bào. Sự phân hủy xyanua thành các dạng phức cũng sẽ gây hại cho đời sống thủy sinh.
- **A-nốt hóa, Khắc a-xít, và phủ phi kim:** Tùy thuộc vào các hóa chất được dùng trong các quy trình này, các chất hoạt tính mạnh, các a-xít chứa kim loại, các hợp chất chứa phốt-phát và crom là những chất nguy hại cần được kiểm soát. Như đã nói ở trên, Cr⁺⁶ trong quá trình a-nốt hóa crom là một chất gây ung thư phổi tiềm tàng.
- **Tạo lớp phủ bề mặt:** Sơn dung môi và các loại chất phủ dạng lỏng cũng như các chất làm sạch và pha loãng bằng dung môi, các bùn cặn và các chất lắng, đều có chứa VOC và HAP độc hại.

2.2.2 Bảo toàn hóa chất và các chất trợ

Ngành hoàn tất sản phẩm kim loại sử dụng rất nhiều loại hóa chất và chất trợ với khối lượng lớn. Lượng hóa chất sử dụng phụ thuộc vào thành phẩm, loại quy trình và yêu cầu về chất lượng bề mặt hoàn tất. Hiện không có bất cứ chỉ số rõ ràng nào về lượng hóa chất tối ưu, bởi điều này phụ thuộc vào đặc tính sản phẩm mà các khách hàng khác nhau yêu cầu. Nhưng nhìn chung có thể tiết kiệm được hóa chất trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua thu hồi và tái chế.

2.2.3 Kiểm soát ô nhiễm

Bên cạnh việc tiêu thụ năng lượng và nước lớn, ngành hoàn tất kim loại còn sử dụng rất nhiều loại hóa chất như a-xít, các dung môi hữu cơ chứa kiềm, và các hóa chất độc hại, v.v... Một lượng lớn các hóa chất này xuất hiện trong dòng thải ở nhiều công đoạn xử lý. Chất thải này nếu thải loại ra môi trường mà không qua xử lý có thể gây ra những thảm họa lớn cho môi trường. Các phát thải phát sinh từ quá trình đốt nhiên liệu gây ô nhiễm không khí. Việc xử lý nước thải từ các nhà máy hoàn tất kim loại có thể dẫn đến hai vấn đề lớn:

- Lượng dòng thải lớn nên cần phải có các hệ thống xử lý lớn và tốn kém. Đây đặc biệt là vấn đề đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ, bởi họ phải đối mặt với những khó khăn về không gian và tài chính.
- Tính chất “khó xử lý” khiến cho việc xử lý trở lên phức tạp về mặt kỹ thuật và rất dễ gây nản chí.

Do vậy, bước đầu tiên trong việc đối phó với các vấn đề về môi trường nằm ở chỗ giảm thiểu lượng chất thải phát sinh. Tiếp đến là những nỗ lực giảm thiểu phát thải hóa chất và các chất phụ trợ để giảm độ độc hại cũng như giảm độ phức tạp trong xử lý. Áp dụng SXSH có thể giúp giải quyết cả hai vấn đề này, thúc đẩy quá trình xử lý chất thải với mức chi phí thấp hơn đồng thời đảm bảo đáp ứng các yêu cầu về mặt luật pháp.

Phát thải và các chất phát sinh từ ngành công nghiệp hoàn tất kim loại được quản lý theo pháp luật, do vậy các doanh nghiệp phải chịu những gánh nặng về việc báo cáo tài chính, xin giấy phép. Giảm việc sử dụng những nguyên liệu thô chịu sự quản lý của pháp luật có thể giảm bớt cho doanh nghiệp những gánh nặng trên đồng thời giảm những tác động xấu tới an toàn và sức khỏe nghề nghiệp.

2.2.4 Sức ép công luận

Ngành công nghiệp Việt Nam đang phải đối mặt với một tình thế hết sức khó khăn khi ngày càng nhiều các doanh nghiệp nhà nước chuyển sang hình thức hợp tác tư nhân-nhà nước, nhận thức của cộng đồng về vấn đề bảo vệ môi trường đã được nâng lên đáng kể. Có một số tổ chức phi chính phủ về bảo vệ môi trường đã xuất hiện, không chỉ nhằm nâng cao nhận thức về vấn đề này mà còn hoạt động như những tổ chức giám sát các nhà máy. Các chất thải phát sinh từ các đơn vị hoàn tất kim loại rất độc hại đặc biệt là các kim loại nặng và xyanua có lẫn trong nước thải, và vì vậy thu hút nhiều chú ý của công chúng. Điều này đã tạo ra nhiều áp lực hơn đối với ngành công nghiệp này khiến họ quan tâm hơn đến việc quản lý phát thải của mình ngay cả khi các phát thải chỉ với khối lượng nhỏ. Ngành công nghiệp hoàn tất kim loại cũng không thể tách mình ra khỏi áp lực đó và phải thực hiện các bước tích cực để giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

2.2.5 Các yêu cầu của thị trường xuất khẩu

Do ngành hoàn tất kim loại có đóng góp khá đáng kể vào nền công nghiệp xuất khẩu của quốc gia nên các yếu tố kích thích thị trường xuất khẩu phải được xem xét kỹ lưỡng. Ngành công nghiệp chế biến kim loại sử dụng rất nhiều loại hóa chất và a-xít, rất nhiều trong số đó có tính chất độc hại. Một số các quốc gia Châu Âu, ngoài việc đưa ra các quy định cấm sản xuất và sử dụng các hóa chất độc hại trên đất nước mình còn cấm nhập khẩu các vật phẩm sử dụng các yếu tố này trong quy trình sản xuất. Rất nhiều các quốc gia khác cũng đang chuẩn bị áp dụng các cấm vận này. Do đó, để tồn tại trong các thị trường xuất khẩu này thì việc tránh sử dụng các hóa chất độc hại là một điều kiện bắt buộc. Áp dụng SXSH có thể giúp ngành này tìm ra các chất thân thiện với môi trường thay thế cho các hóa chất độc hại này.

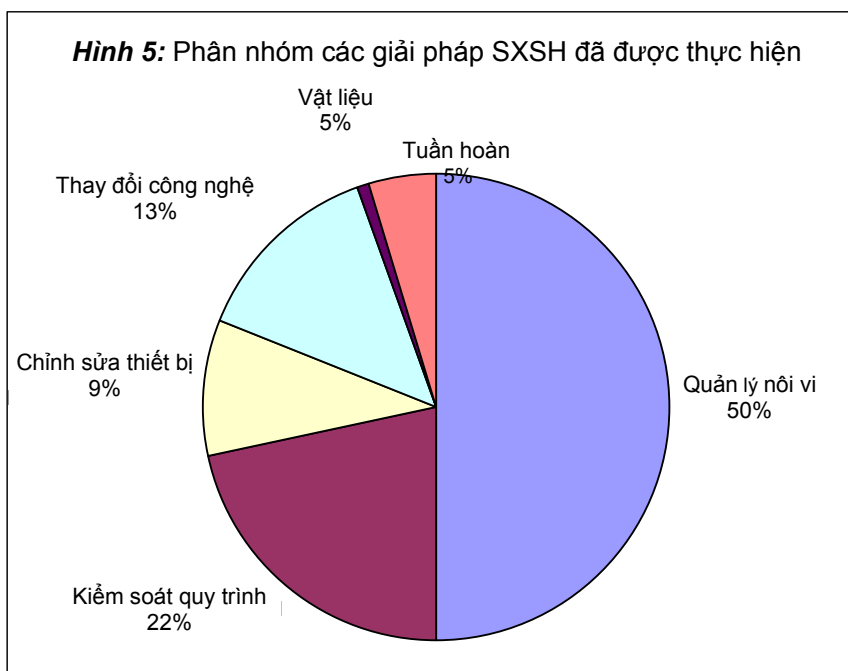
Do các khách hàng ở các nước phát triển ngày càng quan tâm đến môi trường, nên ngành cần phải có một hệ thống quản lý môi trường đầy đủ. Trong bối cảnh đó, việc áp dụng các hệ thống quản lý theo tiêu chuẩn quốc tế ISO 14001 là một động thái đúng đắn đối với các đơn vị xuất khẩu. SXSH có thể rất hữu dụng vì nó giúp ngành này tạo ra các số liệu, cải tiến văn bản hồ sơ và xây dựng hệ thống quản lý môi trường, đáp ứng được những điều kiện tiên quyết để đạt được chứng chỉ ISO 14001.

SXSH có thể được sử dụng như là một bộ công cụ cải tiến hình ảnh của công ty trước công chúng bằng việc nhấn mạnh các bước công ty đã thực hiện để bảo vệ môi trường. Một khi SXSH đã trở thành một phần không thể thiếu trong quy trình sản xuất của công ty, các tuyên ngôn như “Chế biến trong Môi trường Xanh” hoặc “Sản phẩm xanh/thân thiện môi trường” có thể được sử dụng để nâng cao thị phần và sự chấp nhận sản phẩm.

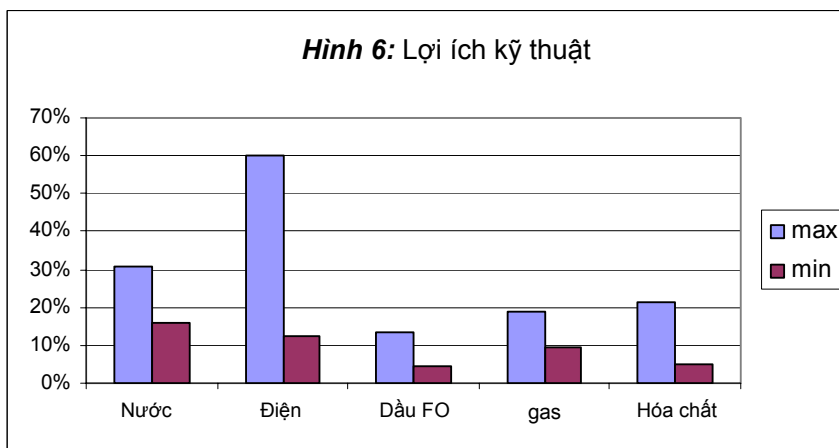
2.3 Tiềm năng Sản xuất sạch hơn

Tiềm năng SXSH ở Việt Nam có thể thấy từ những lợi ích đạt được tại 5 nhà máy hoàn tất kim loại đã tham gia chương trình trình diễn áp dụng SXSH do Trung tâm Sản xuất sạch Việt Nam triển khai (2003 – 2004).

Các công ty tham gia chương trình SXSH đã xây dựng được 122 cơ hội SXSH, trong số đó có 103 giải pháp đã được thực hiện trong thời gian diễn ra chương trình. Phân nhóm các giải pháp được biểu thị trong hình 5 dưới đây.



Thực hiện các giải pháp SXSH đã đề xuất, các công ty tham gia chương trình đã thu được những kết quả tích cực cả về kỹ thuật/ môi trường và kinh tế thông qua việc giảm định mức tiêu hao đầu vào tại tất cả các công ty. Hình 6 cho biết các lợi ích kỹ thuật thu được tại các công ty.



Do việc giảm tiêu hao các loại nguyên nhiên liệu đầu vào các công ty đã thu được lợi ích kinh tế như sau:

	Tối thiểu (đồng)	Tối đa (đồng)
Tổng đầu tư	25.000.000	212.000.000
Tiết kiệm dự tính mỗi năm	72.775.000	2.589.690.000

Mặt khác, SXSH không chỉ giúp giảm được chi phí sản xuất mà còn có thể góp phần bảo vệ môi trường. Qua quá trình triển khai chương trình SXSH tại các công ty, tiêu thụ tài nguyên mỗi năm dự tính giảm:

- Nước thải: 129.000 m³
- Hóa chất: 36 tấn
- Điện: 1.000 MWh
- Dầu FO: 3.100 lít
- DO: 58.000 lít
- Khí đốt hóa lỏng (LPG): 66.000 lít
- Phát thải CO₂: 1.118 tấn

Bên cạnh các lợi ích về mặt số lượng, các công ty tham gia còn nâng cao được chất lượng sản phẩm (theo phản hồi từ phía khách hàng). Chương trình không chỉ tiết kiệm được ngân quỹ cho công ty, góp phần bảo vệ môi trường mà còn làm thay đổi thái độ của người công nhân trong sản xuất.

Tóm lại, hoạt động hoàn tất sản phẩm kim loại tại Việt Nam có tiềm năng đáng kể trong cắt giảm tiêu hao các loại đầu vào và giảm các dạng phát thải. Bảng 7 tóm tắt tiềm năng SXSH trong chương trình.

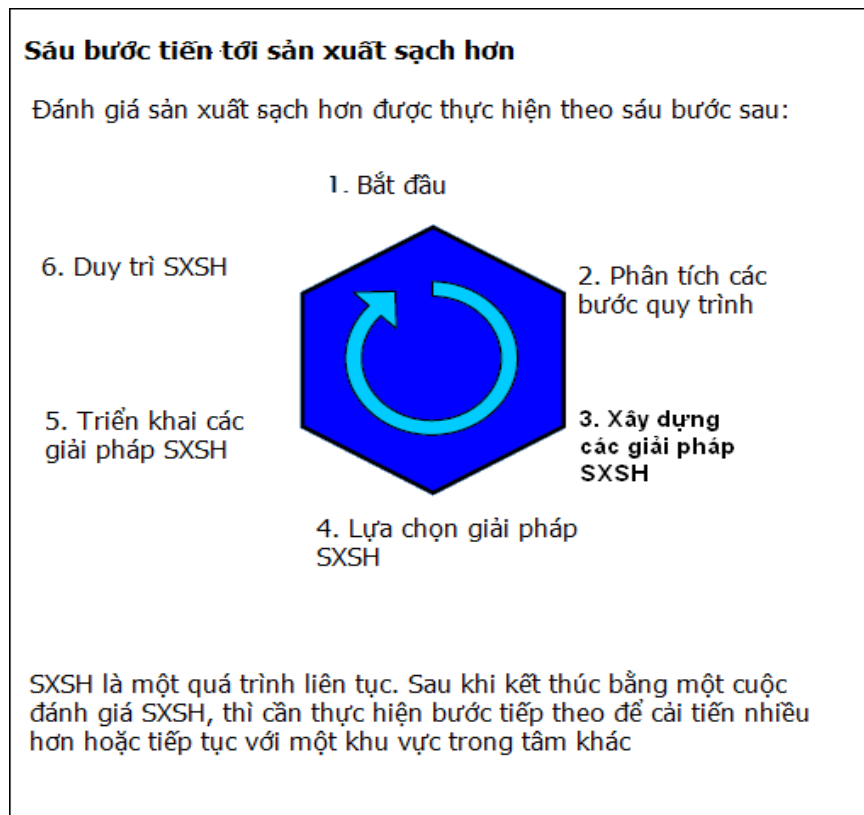
Bảng 7. Tiềm năng SXSH trong ngành hoàn tất sản phẩm kim loại ở Việt Nam.

Các thông số	Mức cắt giảm
Tỷ lệ xử lý lại [%]	Từ 0, 3 – 5 còn n 0,15 – 2
Tiêu thụ nước giảm [%]	15 – 30
Tiêu thụ hóa chất giảm [%]	5 – 50
Tiêu thụ nhiên liệu giảm [%]	2 – 15
Tiêu thụ điện giảm [%]	5 – 30
Giảm lượng nước thải [%]	10 – 25
Tải lượng ô nhiễm COD [%]	5 – 20
Giảm tải lượng chất rắn lơ lửng [%]	5 – 10
Giảm tải lượng kim loại nặng trong nước thải [%]	10 – 30

2.4 Phương pháp luận đánh giá sản xuất sạch hơn

Phân tích dòng nguyên liệu và năng lượng vào và ra của một quy trình là yếu tố trọng tâm của đánh giá SXSH. Việc thực hiện một đánh giá SXSH phải được thực hiện theo tiếp cận có phương pháp luận và logic giúp nhận diện được các cơ hội SXSH, giải quyết các vấn đề về chất thải và phát thải ngay tại nguồn, và đảm bảo tính liên tục của các hoạt động SXSH tại nhà máy. Tiếp cận đánh giá phân tích này được tổng quan như mô tả trên Hình 7. Chương 4 sẽ giới thiệu chi tiết từng bước thực hiện đánh giá SXSH theo tiếp cận này.

Mặc dù theo định nghĩa thì đánh giá SXSH bao gồm cả các vấn đề về nguyên liệu và năng lượng, nhưng trong thực tế các vấn đề năng lượng đối với các quy trình ít khi được xem xét một cách chi tiết trừ các vấn đề về bảo ôn, rò rỉ, thu hồi nước ngưng, v.v... nghĩa là chỉ đối với các dòng hữu hình. Đây là điều đáng tiếc vì SXSH và nâng cao hiệu quả năng lượng thường có tính bổ trợ cho nhau rất cao và sự tích hợp giữa hai hoạt động này có thể tạo ra sức mạnh mở rộng phạm vi ứng dụng và đem lại các kết quả có hiệu quả cao hơn – cả về môi trường và kinh tế. Tài liệu này sẽ đề cập đến cả nguyên liệu và năng lượng trong ngành hoàn tất sản phẩm kim loại.



Hình 7: Phương pháp luận về đánh giá SXSH

Do SXSH thường được áp dụng đối với những lãng phí tài nguyên hữu hình (ví dụ nguyên liệu), nên hiện tượng lãng phí ngẫu nhiên sẽ là rất ít. Nhìn chung, có thể tính toán truy tìm được vật liệu đầu vào cho một công đoạn nào đó thông qua các sản phẩm đầu ra định tính và định lượng được. Điều này không phải lúc nào cũng đúng khi xem xét các dòng năng lượng. Trong khi cùng áp dụng quy luật căn bản đó cho các dòng năng lượng đầu vào (về căn bản, năng lượng “vào” phải bằng năng lượng “ra”), thì vấn đề gặp phải ở đây là các dòng năng lượng đầu ra thường khó nhận biết hơn so với dòng vật liệu. Vì thế, việc xác định và đánh giá các dòng năng lượng lãng phí dạng ẩn và sử dụng thiếu hiệu quả thường gặp nhiều khó khăn. Điều này đặc biệt đúng với các thiết bị chạy điện như máy bơm, quạt, máy nén khí, v.v... khi năng lượng đầu vào dưới dạng điện năng có thể dễ dàng đo lường được, nhưng mức độ chuyển đổi hiệu quả sang đầu ra hữu ích (v.d: nước được bơm, khí được nén, v.v...) thì lại không thể định lượng trực tiếp được.

Các mâu thuẫn có thể nảy sinh

SXSH và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng (HQSDNL) có tính bổ trợ cho nhau rất cao. Tuy nhiên, trong một số tình huống, các kết quả có lợi thu được của một phương pháp luận (chẳng hạn SXSH) lại có thể được hiểu là đối lập với phương pháp còn lại (HQSDNL). Dưới đây là một số ví dụ minh chứng cho điều này:

- Tuàn hoàn là một kỹ thuật SXSH rất có lợi, nhưng tuàn hoàn dầu và chất bôi trơn, tái sử dụng các ổ đệm đã qua sửa chữa hoặc quán lại các động cơ bị cháy (đặc biệt là trường hợp việc sửa chữa hoặc quán lại được thực hiện không hoàn chỉnh) thường dẫn đến tiêu hao năng lượng ở mức cao hơn.
- Làm lạnh bằng công nghệ hấp thụ hơi là một giải pháp SXSH chuyên nghiệp và thân thiện sinh thái khi so sánh với các máy nén hơi đang thịnh hành. Tuy nhiên, khi xét về mặt sử dụng năng lượng thì các hệ thống hấp thụ hơi lại có hiệu quả thấp hơn.
- Các bóng đèn huỳnh quang tuýp gầy có hiệu quả năng lượng hơn loại bóng sợi đốt, nhưng về mặt môi trường (SXSH) thì việc phủ thủy ngân làm cho loại bóng này ít thân thiện sinh thái hơn.

Các bước thực hiện phương pháp luận SXSH 6 bước được mô tả trong Hình 8. Chương 4 sẽ trình bày chi tiết hơn từng bước để thực hiện SXSH.



Hình 8: Các bước thực hiện phương pháp luận SXSH

2.5 Các kỹ thuật SXSH

Sản xuất sạch hơn là phương pháp tiếp cận mới và sáng tạo để giảm mức độ sử dụng tài nguyên trong quá trình sản xuất dựa vào một loạt các kỹ thuật. Các kỹ thuật này có thể được phân thành 3 nhóm như sau:

Giảm thiểu tại nguồn

Quản lý tốt nội vi: đây là loại giải pháp SXSH đơn giản nhất. Quản lý tốt nội vi không đòi hỏi phải đầu tư hoặc chỉ đầu tư với thời gian hoàn vốn rất ngắn và có thể triển khai ngay khi xác định được giải pháp. Ở đây bao gồm các kỹ thuật phòng ngừa các chỗ rò rỉ, chảy tràn thông qua bảo dưỡng phòng ngừa và kiểm tra thiết bị thường xuyên, cũng như kiểm soát việc thực hiện đúng hướng dẫn công việc hiện có. Mặc dù quản lý nội vi là một công tác không phức tạp nhưng đòi hỏi có sự tập trung nghiêm túc của ban lãnh đạo, có sự đào tạo nhân viên và giám sát phù hợp.

Nhận thức được về cơ hội ít tốn kém và thậm chí là không cần chi phí thuộc loại này, 5 công ty tham gia vào chương trình SXSH nói trên đã ngay lập tức triển khai các biện pháp quản lý nội vi tốt gồm lắp đặt các thiết bị đo (nước, điện, nhiệt độ, etc.) để theo dõi tình hình tiêu thụ; các đường ống hơi nước cách nhiệt, sửa chữa các chỗ rò rỉ và các đường ống cũ, v.v... Nhóm giải pháp này không cần nhiều đầu tư, nhưng cần có sự quan tâm và ý thức xây dựng cao. Thường thì các khoản tiết kiệm thu được từ nhóm giải pháp này là rất khó định lượng, nhưng lại có đóng góp rất lớn vào kết quả chung.

- Một công ty đã đầu tư 5 triệu đồng để thực hiện công tác quản lý nội vi tốt như đào tạo, lưu trữ nguyên liệu tốt hơn để tránh ăn mòn vật cần mạ và đã đưa ra cơ chế thưởng phạt cho công nhân. Công ty đã tiết kiệm được 100 triệu đồng mỗi năm từ giải pháp này.
- Một công ty khác đã đầu tư 100 triệu đồng phát sinh vào quản lý nhân công, những thiết bị kiểm tra và bảo trì, lắp đặt đồng hồ ga, nước và điện, cũng như phần thưởng cho công nhân. Sau chiến dịch, công ty đã thu được khoản tiết kiệm 348 triệu đồng tiền điện, 336 triệu đồng tiền nước, 20 triệu tiền gas, và 20 triệu tiền hóa chất.
- Một công ty luôn phải đối mặt với các sự cố lớp mạ bám kém, và phải tốn rất nhiều tiền để xử lý lại. Trong khi tiến hành bảo dưỡng thì phát hiện ra nguyên nhân là đường ống khuấy dùng cho xử lý phốt phát bị tắc và vì thế quy trình này đã không diễn ra một cách hoàn toàn. Hệ thống đường ống ngay lập tức được làm sạch và sửa chữa. Kể từ đó công ty không hề gặp phải vấn đề gì về chất lượng của dây chuyền sản xuất.
- Một công ty mạ điện bắt đầu thực hiện công tác quản lý nội vi tốt ngay từ đầu chương trình SXSH: tập huấn, cung cấp những hướng dẫn rõ ràng về mạ điện như nhắc vật ra ngay lập tức nếu nó vô tình bị rơi vào trong bể mạ, sấy khô vật đó hoàn toàn trước khi mạ, góc nhúng, thời gian nhúng..., qua đó giảm đáng kể lượng kẽm bị cứng trong bể mạ.
- Một công ty cơ khí Việt Nam sản xuất lò nướng BBQ đã tham gia chương trình SXSH. Họ xác định quyền hạn và trách nhiệm cho từng giám sát viên và cung cấp các khay phân loại cho các máy dập. Giải pháp này giúp giảm lượng sản phẩm lỗi và 2% lượng lá thép, tương đương 400 triệu đồng/năm. Ngoài ra, các phụ kiện được xử lý cũng được bảo vệ tốt hơn và ít bị ăn mòn hơn. Điều này cũng làm giảm lượng a-xít tiêu thụ trong bước tẩy tiếp theo.

Bảo dưỡng: Thiếu bảo dưỡng thường xuyên có thể dẫn đến hư hại thiết bị. Thực tế phổ biến là các thiết bị trong dây chuyền sản xuất chỉ được xem xét bảo dưỡng khi chúng không còn hoạt động được. Rò rỉ từ đường ống hay các thùng chứa, bể chứa là hậu quả của việc thiếu bảo dưỡng. Điều này không chỉ gây ra tổn kém do thất thoát nguyên liệu, mà còn thải loại ra môi trường những chất gây ô nhiễm.

Thay đổi quy trình: kỹ thuật này bao gồm:

Thay đổi nguyên liệu đầu vào: Dùng nguyên liệu đầu có chất lượng cao hơn để có được hiệu suất cao hơn. Thường thì có một mối quan hệ trực tiếp giữa chất lượng của nguyên liệu thô và số lượng cũng như chất lượng sản phẩm đầu ra. Xa hơn nữa là sự tìm kiếm và thay thế các nguyên liệu đang dùng với các nguyên liệu có tính thân thiện với môi trường.

Nhóm giải pháp này đã được phát hiện ra bởi các công ty tham gia sau khi nhận ra rằng rất nhiều nhà cung cấp khuyến cáo sử dụng hóa chất chất lượng cao hoặc nồng độ cao vì lý do an toàn (“chỉ số an toàn”). Ngoại trừ các chất phủ bề mặt, thì các hóa chất khác không còn sót lại trên sản phẩm, mà bị thải ra trong các bước sản xuất tiếp theo. Việc sử dụng quá nhiều hóa chất sẽ không chỉ làm tổn thất nguyên liệu của công ty mà còn làm tốn thêm chi phí loại bỏ và làm sạch. Tuy nhiên, đây là một “thói quen” tại rất nhiều nhà máy và ứng dụng SXSH là một cơ hội để họ nhìn lại những lựa chọn có sẵn trên thị trường và lựa chọn các nguyên liệu khác thay thế hiệu quả hơn và thân thiện hơn với môi trường.

- Một công ty có một dây chuyền mạ Ni-Cr thay đổi sử dụng nước máy sang nước sạch do thành phố cấp để rửa. Việc làm này đã giảm được tỷ lệ sản phẩm lỗi từ 5% xuống 2%, tiết kiệm 280 triệu đồng/năm, trong khi đó chi phí đầu tư là 5 triệu đồng/năm

Các kết quả cho thấy hiện nay rất nhiều công ty đang tìm kiếm những nguyên liệu phụ trợ hiệu quả hơn (chống gỉ, các chất dẫn, v.v...) để có thể giảm cả khối lượng và thời gian chế biến. Sử dụng ít hóa chất hơn cũng đồng nghĩa với việc giảm chi phí xử lý.

Kiểm soát quy trình tốt hơn: là nhằm đảm bảo các điều kiện của quy trình ở trạng thái tối ưu về mặt tiêu thụ tài nguyên, sản xuất và phát thải. Các thông số quy trình như nhiệt độ, thời gian, áp suất, độ pH, tốc độ chế biến, v.v... cần phải được giám sát cẩn thận và duy trì càng gần trạng thái tối ưu càng tốt. Cùng với việc quản lý nội vi tốt, kiểm soát quy trình tốt hơn đòi hỏi phải cải tiến được công tác giám sát và có sự chú trọng của ban ngành lãnh đạo.

- Một công ty sử dụng máy sấy ga để sấy khô các sản phẩm sơn tĩnh điện. Trong khi thực hiện chương trình SXSH, công ty này đã cách nhiệt cho máy sấy này và điều chỉnh vị trí của bộ cảm ứng nhiệt để kiểm soát nhiệt độ tốt hơn. Ngoài ra công ty này còn thay đổi quy mô của mẻ sấy. Hai biện pháp này cộng lại đã tiết kiệm được 20% lượng ga tiêu thụ giảm 3 tấn CO₂/năm. Chi phí công ty đã đầu tư là 500.000 đồng, và thời gian hoàn vốn chỉ có chưa đầy 2 tháng.
- Một công ty có dây chuyền mạ Cr-Ni tự động đã đầu tư 23 triệu đồng để lắp đặt hệ thống tái chế nước làm mát. Công ty đã tiết kiệm được 400m³ nước/tháng, tương đương với 45 triệu đồng/năm. Thời gian hoàn vốn của giải pháp này là 7 tháng.
- Một công ty đã điều chỉnh tỉ lệ khí/dầu của lò hơi (4 lò hơi 0,75 tấn/h/chiếc) và đã giảm được 8% chi phí DO, tương đương với 80 triệu đồng/năm. Giải pháp này công ty không phải đầu tư chút kinh phí nào.

Cải tiến thiết bị: là biện pháp cải tiến các thiết bị hiện có để giảm thiểu lãng phí nguyên liệu. Điều chỉnh thiết bị có thể là điều chỉnh tốc độ động cơ, tối ưu hóa kích cỡ thùng chứa, cách nhiệt các bề mặt nóng và lạnh, hoặc cải tiến thiết kế cho một bộ phận quan trọng trong thiết bị. Trang bị thêm hoặc cải tiến nhỏ cho thiết bị trong công ty có thể giúp công ty tìm ra các giải pháp sản xuất hữu hiệu hơn, chủ yếu bằng việc tiêu thụ ít

năng lượng hơn. Đôi khi các chi phí thay thế hoặc sửa đổi cải tiến có vẻ như khá cao nhưng thời gian hoàn vốn trên thực tế lại rất ngắn.

- Một công ty có dây chuyền mạ Cr-Ni đã sử dụng các giá đỡ cách nhiệt kém để treo sản phẩm vì thế công ty đã thất thoát rất nhiều kim loại (Cr, Ni) trên giá. Trong khi thực hiện chương trình SXSH, công ty đã đầu tư 2 triệu đồng để sơn cho giá đỡ. Giải pháp này tiết kiệm cho công ty 28 triệu đồng mỗi năm.
- Một công ty tái sử dụng sơn dung môi cho sơn tĩnh điện. Trong khi tham gia chương trình SXSH, công ty đã cắt ngắn chiều dài của băng truyền và tăng số lượng chụp trên giá. Giải pháp này đã giúp công ty tăng công suất lên 2,5 lần. Khoản đầu tư của công ty trị giá 53,5 triệu đồng đã tiết kiệm được cho công ty 111,6 triệu đồng mỗi năm, thời gian hoàn vốn chỉ có 4,8 tháng. Giải pháp này cũng giảm 60 tấn phát thải CO₂/năm.
- Một công ty đã thay thế máy sấy từ lò gạch sang lò kim loại có hiệu suất cao hơn. Biện pháp này giảm 60% lượng điện tiêu thụ và tiết kiệm 60 triệu đồng mỗi năm. Khoản đầu tư ban đầu là 25 triệu đồng, do đó công ty chỉ mất 4 tháng để thu hồi khoản vốn đầu tư.
- Một nhà sản xuất lò nướng BBQ đã thay túi lọc xoáy sang hệ thống lọc tự động cho phòng sơn tĩnh điện. Biện pháp này tiết kiệm cho công ty hơn 30 triệu đồng mỗi năm nhờ thu hồi bột sơn, và đồng thời cải thiện môi trường làm việc. Giải pháp này chỉ cần đầu tư 5 triệu đồng.
- Một công ty đã sử dụng hệ thống sấy ga tự động cho sản phẩm sơn tĩnh điện. Trong khi thực hiện chương trình SXSH công ty đã phát hiện ra một lượng nhiệt lớn bị thất thoát do thiết kế không tốt và cửa buồng sấy hở. Công ty này đã tiến hành một số sửa đổi cho máy sấy với chi phí 11 triệu đồng. Sau khi làm xong tiết kiệm được 3% lượng ga tiêu thụ, tương đương với 30 triệu đồng mỗi năm, và như vậy thời gian hoàn vốn chỉ mất 5 tháng. Ngoài ra nhiệt độ môi trường làm việc giảm từ 35-37°C xuống dưới 32°C và mỗi năm giảm 14 tấn phát thải khí CO₂.

Thay đổi công nghệ: là việc lắp đặt thiết bị mới hiện đại có hiệu suất cao hơn, như lò hơi hiệu suất cao hay máy nhuộm phun có tỉ lệ nước thấp. Công nghệ chế biến mới yêu cầu đầu tư lớn hơn các giải pháp SXSH khác vì thế cần phải được nghiên cứu cẩn thận. Tuy nhiên việc tiết kiệm và cải tiến chất lượng thường giúp cho doanh nghiệp bù lại khoản đầu tư rất nhanh.

- Một công ty mạ điện đã thay đổi biện pháp rửa chảy tràn sang chảy ngược cho dây chuyền mạ kẽm. Giải pháp này tiết kiệm 7500m³ nước mỗi năm tương đương 30 triệu đồng/năm. Công ty chỉ cần đầu tư 700.000 đồng, vì thế chỉ mất 0,5 tháng để thu hồi vốn đầu tư.

Tuần hoàn, tái sử dụng tại chỗ

Thu hồi và tái sử dụng tại chỗ: là việc thu thập “phế thải” và tái sử dụng chúng ngay tại chỗ hoặc tại một bộ phận khác trong dây chuyền sản xuất. Một ví dụ đơn giản là tái sử dụng nước rửa từ một công đoạn này sang một công đoạn rửa khác.

- Một công ty đã lắp đặt một hệ thống tuần hoàn nước làm mát từ máy nén với chi phí đầu tư 20 triệu đồng. Biện pháp này tiết kiệm cho công ty 20.000m³ nước/năm, tương đương với 82 triệu đồng, như vậy chỉ cần chưa tới 3 tháng để hoàn vốn.
- Một công ty khác đã đầu tư 3 triệu đồng để xây dựng một hệ thống thu hồi crôm từ bể rửa. Biện pháp này giảm được 64 kg kim loại nặng thải ra môi trường. Giải pháp này không chỉ tiết kiệm cho công ty 2 triệu đồng/năm từ khoản thất thoát nguyên liệu, mà còn cả khoản tiết kiệm không tính được từ hệ thống xử lý và phí môi trường.
- Tương tự như vậy, một nhà máy tham gia chương trình SXSH đã đầu tư 7,2 triệu đồng vào hệ thống lắng crôm. Với chi phí vận hành 24 triệu đồng/năm, hệ thống này thu hồi được 360 kg crôm/năm tương đương với 30 triệu đồng. Thời gian hoàn vốn là 13 tháng.

Sản xuất các sản phẩm phụ hữu ích: là việc thu thập và (xử lý) “các dòng thải” để bán cho khách hàng hoặc các công ty khác.

Cải tiến sản phẩm

Cải tiến sản phẩm để chúng trở nên ít ô nhiễm hơn cũng là một ý tưởng chủ đạo trong SXSH.

Thay đổi sản phẩm nghĩa là suy nghĩ lại về sản phẩm và các yêu cầu đối với sản phẩm đó.

Cải tiến thiết kế sản phẩm có thể giúp tiết kiệm một lượng nguyên liệu lớn và sử dụng ít các chất hóa học độc hại hơn. Thay đổi cách thức đóng gói cũng có ý nghĩa quan trọng. Quan trọng nhất là phải giảm bớt được lượng bao bì mà vẫn đảm bảo khả năng bảo vệ cho sản phẩm.

Bảng 8 dưới đây sẽ trình bày ví dụ về các kỹ thuật SXSH khác nhau được ứng dụng cho ngành hoàn tất kim loại tại Việt Nam.

Bảng 9: Ví dụ về kỹ thuật SXSH cho ngành hoàn tất sản phẩm kim loại

GIẢM THẢI TẠI NGUỒN	QUẢN LÝ TỐT NỘI VI		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sửa chữa các chỗ rò rỉ ➤ Khóa các vòi nước khi không sử dụng ➤ Sử dụng các khay hứng dung dịch theo ra cùng vật mạ ➤ Thường xuyên kiểm tra tất cả các bể hơi, túi hơi
	THAY ĐỔI QUY TRÌNH	Thay đổi vật liệu đầu vào	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Thay chất tẩy dung môi bằng chất tẩy enzyme ➤ Thay nước thường bằng nước mềm khi rửa
		Kiểm soát quy trình	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Điều chỉnh các bộ giảm tốc trong lò hơi ➤ Duy trì nhiệt độ, áp suất và thời gian tốt trong mạ điện ➤ Sử dụng áp suất khí nén tối ưu
		Cải tiến thiết bị	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lắp sung phun áp lực để rửa ➤ Dùng tụ bù để nâng hệ số công suất ➤ Lắp đặt thiết bị dạng vỏ đạn cho hệ thống lọc liên tục trực tuyến
	Thay đổi công nghệ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sử dụng phương pháp rửa ngược ➤ Mạ không có cyanua ➤ Rửa siêu âm để tẩy dầu 	
TUẦN HOÀN VÀ TÁI SỬ DỤNG	THU HỒI VÀ TÁI SỬ DỤNG TẠI CHỖ		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Thu hồi các hóa chất như Ni, Cr, v.v... sử dụng phương pháp trao đổi ion, RO ➤ Thu hồi và tuần hoàn nước ngưng ➤ Thu hồi dung môi từ nước thải của quá trình làm h bằng dung môi ➤ Thu hồi và tuần hoàn hóa chất thu được ở các khay hứng dịch ra khỏi bể xử lý cùng vật mạ ➤ Đồng phát điện
	TẠO RA SẢN PHẨM PHỤ HỮU ÍCH		
CẢI TIẾN SẢN PHẨM			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dùng sản phẩm sơn tĩnh điện tại nơi có lắng kim loại (metal deposition)

3 Các cơ hội SXSH trong hoàn tất sản phẩm kim loại

Chương này cung cấp thông tin tổng quan về cơ hội SXSH có thể ứng dụng tại các nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại ở Việt Nam. Các cơ hội SXSH này được có thể triển khai tại cơ sở sản xuất quy mô nhỏ điển hình. Tính kinh tế của các giải pháp phụ thuộc rất nhiều yếu tố như quy mô vận hành, thành phẩm, yêu cầu từ phía khách hàng về chất lượng sản phẩm, vì thế trong chương này không đề cập tới chi phí sơ bộ cho giải pháp.

Việc nghiên cứu SXSH tại các nhà máy hoàn tất kim loại đã cho thấy các tiềm năng SXSH như mô tả trong Chương 2 là hoàn toàn có thể đạt được bằng nhiều giải pháp SXSH khác nhau. Quan trọng hơn cả là các giải pháp này, ngoài việc giúp tăng khả năng sinh lợi cho các doanh nghiệp, còn giúp làm giảm phát sinh một lượng rất lớn nước thải, hàm lượng ô nhiễm và các chất độc hại.

Trong chương này, các cơ hội SXSH đã được mô tả có thể được thực hiện tại các đơn vị tương tự khác với một số điều chỉnh nhỏ. Chi tiết hơn, các cơ hội SXSH đề cập trong chương này sẽ được chia thành nhiều phần khác nhau, mỗi phần sau đó sẽ được bàn luận chi tiết.

Trong ngành công nghiệp hoàn tất kim loại, rất khó đạt được các giá trị trung bình về những yếu tố tiết kiệm cũng như nguồn vốn sử dụng bởi tính chất khác nhau của các quy trình áp dụng, loại hoàn tất, v.v. Nhiều trong số các biện pháp liệt kê dưới đây phổ biến ở hầu hết tất cả các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam, và có thể được áp dụng với một số điều chỉnh không đáng kể. Một số biện pháp tiết kiệm nguồn nước ở hiện tại có vẻ như không có tính khả thi về mặt kinh tế nhưng đứng trước tình trạng cạn kiệt nguồn tài nguyên nước và giá cả leo thang, trong tương lai gần có thể sẽ là ưu tiên số một của các doanh nghiệp.

3.1 Quản lý tốt nội vi

Các cải tiến trong quản lý nội vi chính là cách đơn giản nhất để giảm ô nhiễm môi trường với chi phí thấp vì không cần phải đầu tư thêm thiết bị. Các cải tiến trong quản lý nội vi được đề cập đến trong phần này bao gồm bảo dưỡng phòng ngừa, kiểm kê quản lý kho, chống tràn, chống nhiễm bẩn cho dung dịch trong bể, phân loại chất thải và đào tạo công nhân viên.

3.1.1 Nơi làm việc sạch sẽ ngăn nắp

Một giải pháp chính của công tác quản lý nội vi tốt đơn giản chỉ là giữ cho nơi làm việc sạch sẽ, ngăn nắp. Công tác này có thể làm giảm đáng kể các nguy cơ xảy ra tai nạn và hư hại đối với hàng trong kho hoặc thiết bị và có thể giúp làm cho công việc được thuận lợi hơn. Ví dụ, lưu trữ hàng hóa trong các khu vực kho được thiết kế sẵn có thể làm giảm nguy cơ vô tình xe nâng phá hỏng hàng hóa. Đối với các sản phẩm nguy hại, việc này có thể ngăn chặn hiện tượng nước tràn ra các khu vực chưa được che chắn.

Giữ cho luồng công việc thuận lợi có thể làm tăng hiệu quả hoạt động rất lớn. Việc lên kế hoạch sắp xếp vị trí nguyên vật liệu được bảo quản và sử dụng, sẽ rất tiện lợi khi cần. Chất thải do đó cũng có thể dễ dàng được tách lọc hơn.

3.1.2 Bảo dưỡng dự phòng

Rò rỉ đường ống và thiết bị có thể dẫn đến những hao phí rất lớn về nguồn lực, bảng sau đây đưa ra một ví dụ về mức độ thất thoát nước do đường ống bị rò rỉ:

Bảng 9: Hao phí nước từ lỗ rò rỉ (tại áp suất 4,5 bar)

Kích thước lỗ rò (mm)	Kilolit/ngày	Kilolit/năm
0,5	0,39	140
1	1,2	430
2	3,7	1.300
4	18	6.400
6	47	17.000

Bảo dưỡng dự phòng sẽ hạn chế các chỗ rò rỉ, hiện tượng tràn và các nguy cơ thất thoát nguồn lực khác. Lịch vệ sinh và bảo dưỡng định kỳ có ghi chép, theo dõi các hoạt động sửa chữa cũng là một công cụ quản lý tốt.

Các khu vực chính cần bảo dưỡng và kiểm tra là máy bơm, mép bích, bộ lọc, cực dương, cực âm, đồng hồ đo, điện trở, bộ cảm biến, thùng chứa và lớp lót thùng chứa. Khi phát hiện ra lỗi phải lập tức sửa chữa khắc phục ngay.

3.1.3 Kiểm kê quản lý kho

Để giảm khối lượng nguyên vật liệu nguy hại lúc nào cũng cần phải lưu trữ tại hiện trường, hãy cân nhắc hệ thống mua “đúng lúc”. Một hệ thống “đúng lúc” thường sẽ hiệu quả nếu nhà cung cấp có thể cấp hàng đúng tiến độ, nếu không bạn sẽ cần phải có một hệ thống ghi chép thống kê các chi tiết trong kho.

Để kiểm soát việc phân phối các chất phụ gia hoá học nguy hiểm và đắt tiền, cần phải xem xét việc khoá các kho hàng một cách cẩn thận và áp dụng phương pháp “một đổi một” nghĩa là người công nhân chỉ có thể có sản phẩm mới khi có vỏ hay thùng chứa của sản phẩm đã sử dụng rồi để đổi. Việc này sẽ giúp tránh không phải tích kho quá nhiều hoặc sử dụng nhầm, ngoài ra còn thuận lợi cho việc hoàn trả các thùng chứa.

3.1.4 Phòng ngừa và kiểm soát hiện tượng tràn

Cách tốt nhất để hạn chế hiện tượng tràn là đào tạo cho nhân viên cách quản lý nguyên vật liệu đúng. Cần phải có các quy trình cụ thể rõ ràng cho việc pha hóa chất, và trách nhiệm pha hóa chất chỉ nên giao cho một số ít các công nhân đã qua đào tạo thao tác quy trình. Ngoài việc hạn chế hiện tượng tràn, điều này còn có tác dụng cải thiện độ đồng đều của các công thức pha chế.

Bằng việc sử dụng các máng hứng và chắn bắn trên bể chứa, hóa chất nhỏ xuống từ các chi tiết sẽ được thu hồi về bể và bị ngăn không cho rớt xuống sàn. Cung cấp đầy đủ các phần nổi trong bể chứa cũng có thể hạn chế đáng kể hiện tượng tràn.

Công đoạn gây thất thoát nhiều nhất trong các xưởng mạ kẽm là khi nhúng chi tiết vào bể mạ, do dung dịch kẽm phản ứng gây nổ bắn. Nhiều nơi đã dùng các nắp đậy để hạn chế sự thất thoát này.

3.1.5 Đào tạo nhân viên

Những kế hoạch phòng chống ô nhiễm của công ty thường hay bỏ qua khâu đào tạo nhân viên. Đào tạo không chỉ giúp ngăn chặn hoặc hạn chế tai nạn mà còn tạo thêm năng lực cho công nhân và làm cho họ cảm thấy được công ty trân trọng hơn. Các doanh nghiệp nên cân nhắc việc đào tạo về các yêu cầu quản lý nội vi chung và các biện pháp khắc phục hiện tượng tràn.

3.1.6 Sơ đồ quy trình

Cải thiện sơ đồ quy trình có thể ảnh hưởng rất lớn tới sự phát sinh rác thải, đặc biệt là trong mạ điện. Nhiều xưởng mạ điện nhỏ thường chỉ có một bộ bồn rửa phục vụ cho toàn bộ quá trình mạ. Điều này có nghĩa là các công nhân vận hành phải di chuyển rất nhiều lần giữa các bể mạ và bồn rửa. Điều này không những gây lãng phí thời gian cho công nhân sản xuất, làm tăng lượng thất thoát các dung dịch xuống sàn mà còn làm tăng nguy cơ công nhân có thể bị tiếp xúc với dung dịch.

Bằng cách hợp lý hoá công đoạn xử lý và bổ sung thêm một bộ bồn rửa ngay cạnh mỗi bồn mạ, công nhân vận hành có thể di chuyển trong suốt quá trình làm cho luồng công việc thuận lợi hơn. Điều này cũng có nghĩa là dung dịch bị dính và theo ra khỏi bồn mạ cùng với vật mạ có thể được hứng và quay trở lại bồn mạ, tránh hao phí.

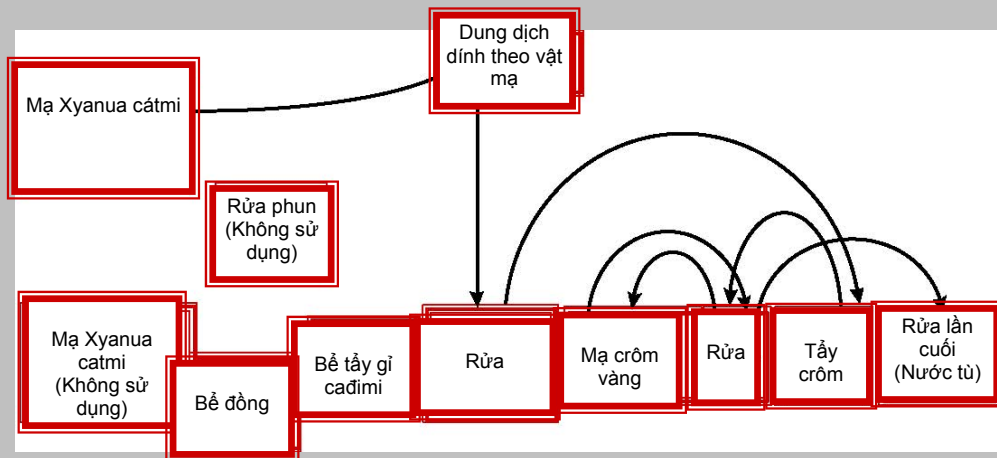
Các giá treo không chỉ cho phép tăng năng suất mạ, mà còn cho phép kiểm soát tốt hơn số lần thải bỏ và số vòng rửa. Như sẽ được đề cập trong phần 1.5.2 sau đây, việc kiểm soát các yếu tố này có thể làm giảm phát thải đáng kể. Các giá treo tự động thậm chí còn mang lại nhiều lợi ích hơn nữa, và kỹ thuật này nên được cân nhắc cho quy mô sản xuất lớn do lượng sản phẩm mạ nhiều.

3.1.7 Lập kế hoạch và lịch sản xuất

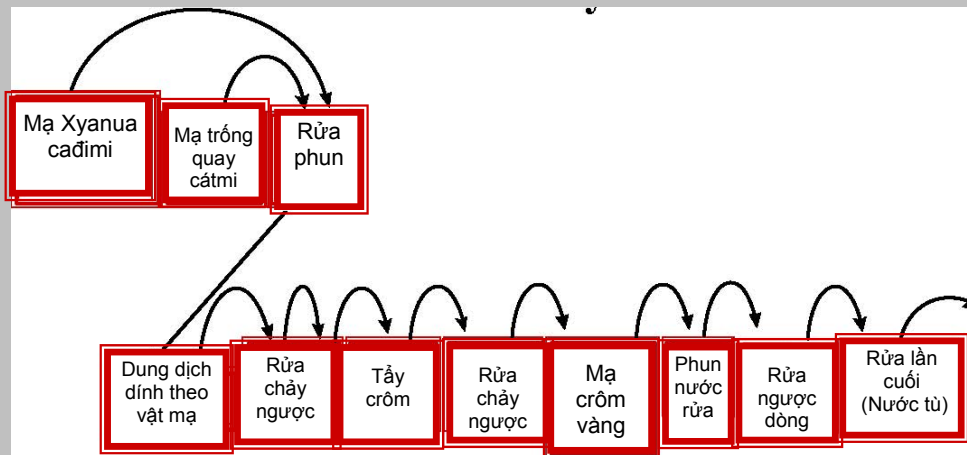
Kiểm tra các chi tiết cẩn thận trước khi sơn có thể giúp tránh được việc phải xử lý các chi tiết có nhiều khả năng bị loại. Cần có hướng dẫn rõ ràng về chất lượng cho công nhân chịu trách nhiệm treo các chi tiết vào giá để họ có thể nhận ra các sản phẩm có khả năng bị lỗi trước khi chúng được xử lý.

Lập kế hoạch và tinh chỉnh lịch sản xuất cũng có thể có ảnh hưởng đến vấn đề phát thải, đặc biệt đối với công nhân sơn tĩnh điện. Chẳng hạn việc cùng lúc sơn tất cả các sản phẩm cùng màu sẽ làm giảm yêu cầu làm sạch thiết bị giữa các mẻ sơn. Nếu các mẻ sơn được bố trí lần lượt màu nhạt chuyển sang màu đậm thì phần dư của các mẻ nhạt hơn có thể được tận dụng trong các mẻ có màu đậm hơn. Như vậy yêu cầu làm sạch thiết bị cũng sẽ giảm đi. Quá trình này được giải thích trong bảng dưới đây nhờ một ví dụ điển hình về một quy trình mạ catmi tại một trong các nhà máy của Úc.

Sơ đồ gốc



Sơ đồ cải tiến



Các thay đổi này giúp giảm dung dịch dính theo vật mạ xyanua cadimi 490 lít/ năm, dung dịch dính theo vật mạ phủ crôm 3.300 lít/năm và nước rửa 870 lít/năm. Nhu cầu bánh lọc dùng trong hệ thống xử lý nước thải cũng giảm 1.090 kg/ năm.

Vốn đầu tư cho các thay đổi này là 4.520 USD bao gồm thêm hai bể rửa mới, hai bể phun mới và nhân công. Tuy nhiên, các thay đổi này mang lại tiết kiệm hàng năm là 2.620 USD và thời gian hoàn vốn là 1,7 năm. Các thay đổi này còn giúp giảm số bước chân của công nhân trong quá trình mạ từ 58 xuống còn 21.

3.2 Làm sạch và tiền xử lý

Các chi tiết kim loại cần phải được làm sạch để loại bỏ vô số các chất nhiễm bẩn bề mặt trước khi sơn mạ. Các chất bẩn có thể tìm thấy trên bề mặt chi tiết kim loại là:

- Các hợp chất vẽ kim loại dạng đã hoặc chưa nhuộm màu pigment
- Các hợp chất đánh bóng
- Mỡ, xà phòng dùng cho kim loại, chất mài mòn, sáp
- Dung dịch cát và nghiền
- Gỉ (ôxít kim loại)
- sự ôxi hoá và vẩy đóng trên bề mặt
- Các muối kim loại nặng
- Chất trợ dung, chống gỉ, bôi trơn và dung dịch thủy lực
- Mạt kim loại, bụi, cặn cac-bon
- Sơn và mực
- Các hợp chất cô-lô-phan và nhựa thông
- Chất trợ dung

Hầu hết các quy trình hoàn tất kim loại đều cần có các cơ chế làm sạch rất triệt để vì các chất nhiễm bẩn bề mặt ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng của thành phẩm. Quy trình làm sạch cũng có thể được xem là hoạt động tiền xử lý bề mặt kim loại nhằm mục đích tạo độ bám cao hơn khi mạ phủ trên bề mặt kim loại.

Trong các quy trình mạ điện, công đoạn làm sạch thường được tiến hành trong các bể dung dịch kiềm hoặc axit. Thép và đồng được nhúng vào dung dịch làm sạch kiềm tính có chứa nũ tương hoặc chất có hoạt tính bề mặt để loại bỏ và hoà tan dầu và chất rắn bám trên bề mặt. Bồn làm sạch cũng có thể dùng một dòng điện hoặc nguồn nhiệt như một phần của quá trình làm sạch. Các bề mặt nhôm được làm sạch bằng dung môi a xít vì dung dịch kiềm có tính ăn mòn mạnh đối với nhôm. Nhựa thường được làm sạch bằng cách khắc a-xít, bề mặt được làm sạch này có thể dùng làm phôi để đánh kim loại.

Trong mạ kẽm, gỉ và vẩy gỉ được loại bỏ bằng cách ngâm vào a-xít sulfuric hoặc a-xít clohydric. Vật mạ lúc đó sẽ được ngâm trong dung dịch trợ dung thường có chứa 30% kẽm amoni clorua và các chất làm ướt, được duy trì tại nhiệt độ 65°C. Dung dịch trợ dung loại bỏ màng ô xít hình thành trên bề mặt sắt thép có tính phản ứng cao sau khi làm sạch bằng a-xít, và ngăn quá trình ôxi hoá trước khi mạ kẽm.

Trong a-nốt hóa, việc làm sạch thường được tiến hành với dung dịch kiềm không chứa a-xít. Sau đó vật mạ sẽ được ngâm trong một dung dịch khử ô-xít có chứa a-xít sulfuric và a-xít crôm-míc khoảng 2-5 phút để loại bỏ màng ô xít và để quá trình a-nốt hóa được diễn ra đồng nhất.

Hiện nay việc sử dụng dung môi để làm sạch gặp khá nhiều hạn chế. Nguyên nhân chính là do có các yêu cầu về môi trường và vệ sinh an toàn lao động quy định việc hạn chế và loại bỏ sử dụng sản phẩm có qua chế biến bằng dung môi. Do đó, trong ngành hoàn tất kim loại, các dung dịch kiềm và a-xít là các chất chính được dùng để làm sạch và tiền xử lý. Các dung dịch này có thời gian sử dụng hạn chế và thường sẽ bị thải bỏ sau một thời gian nhất định, từ một đến sáu tháng tùy vào lượng nguyên vật liệu đưa vào quy trình. Do vậy chất thải a xít và kiềm là lượng thải lỏng của ngành, và chi phí thải bỏ thường là một khoản đáng kể trong chi phí sản xuất của hầu hết các doanh nghiệp.

Bí quyết SXSH cho các đơn vị hoàn tất kim loại:

- Tối đa hóa thời gian sử dụng của các hoá chất xử lý.
- Giữ cho các hoá chất xử lý luôn ở nơi của chúng - trong các bồn.
- Thu hồi tối đa dung dịch dính theo vật mạ ra ngoài cho trở lại bể quy trình.

Bí quyết SHXH cho các xưởng sơn phun

- Hạn chế việc phun quá nhiều sơn
- Tối ưu hoá hiệu quả vận chuyển
- Pha sơn một cách chính xác

Đây là các cách đáng xem xét để có thể kéo dài thời gian sử dụng của dung dịch làm sạch nhằm giảm lượng thải phát sinh từ công đoạn này của quá trình xử lý.

3.2.1 Tránh các yếu tố phát sinh nhu cầu làm sạch

Các cách sau đây ở mức độ nào đó có thể giúp tránh được một số công đoạn làm sạch:

- Cung cấp “đúng lúc” để giảm việc sử dụng chất chống gỉ.
- Yêu cầu các nhà cung cấp cung ứng các chi tiết để làm sạch hơn.
- Tránh tẩy dầu mỡ định kỳ cho toàn bộ các chi tiết, chỉ tẩy các chi tiết khi thực sự cần.
- Tránh sử dụng nhiều loại chất làm sạch khác nhau bằng cách lựa chọn các chất có dải ứng dụng rộng.

3.2.2 Các phương pháp làm sạch vật lý

Nhiều hoạt động hoàn tất bề mặt đang chuyển dần sang các phương pháp làm sạch vật lý như các kỹ thuật cạo, cọ sạch hoặc phun để hạn chế việc sử dụng các dung dịch làm sạch. Các phương pháp làm sạch vật lý gồm:

- Sử dụng dẻ để lau sạch dầu thừa
- Thổi hơi

- Các hệ thống bắn hạt nhựa để bóc sơn
- Các hệ thống bắn vi hạt (natri cacbonát hoặc cacbonic cứng)
- Thiết bị rung phương tiện mài mòn (ví dụ hạt thủy tinh, bi thép dùng cho đồng; lựa và các miếng carbua cho các chi tiết mạ kền; chổi quay và đá bọt cho đồng)
- Gia nhiệt/ đốt/ nhiệt phân

Các dây chuyền bóc lớp sơn được trang bị các hệ thống thổi có các thiết bị thu gom có thể loại bỏ tới 99% lượng bùn so với việc sử dụng kỹ thuật tẩy dung môi hoá chất truyền thống.

Máy rung với phương tiện mài mòn (ví dụ hạt thủy tinh, bi thép dùng cho đồng; lựa và các miếng carbua cho các chi tiết mạ kền; chổi quay và đá bọt cho đồng) có thay thế cho các quy trình tẩy.

Làm sạch tiên chế bằng các phương tiện cơ khí kết hợp với việc làm sạch bằng hoá chất có thể kéo dài thời gian sử dụng của các dung dịch làm sạch.

3.2.3 Kéo dài tuổi thọ dung dịch làm sạch

Hạn chế yêu cầu làm sạch và sử dụng các phương pháp làm sạch vật lý có thể làm giảm phát thải từ công đoạn làm sạch ở một chừng mực nào đó; nhưng phần lớn các doanh nghiệp tiếp tục dựa vào cách sử dụng các bồn làm sạch hóa

Phản ứng giữa dung dịch làm sạch và bề mặt chi tiết kim loại tạo ra cặn đọng lại trong các bồn làm sạch. Đối với các bồn làm sạch kiềm, chất kiềm phản ứng với chất bẩn dầu mỡ và tạo ra bùn cặn giống như xà phòng. Cặn bùn thải dần tích tụ trong bồn cho tới khi nó quá bão hoà và làm bồn mất tác dụng thì nó được loại bỏ và thay thế.

Thời gian sử dụng của dung dịch trong bồn có thể được tăng lên đáng kể bằng cách lọc dung dịch để loại bỏ các chất rắn lơ lửng. Để bù đắp cho phần mất đi của chất làm sạch và nhũ tương thì bể rửa cần phải được bổ sung một lượng tương ứng.

Các hệ thống lọc hiện có trên thị trường như các thiết bị đặt trong bồn hay thiết bị đặt ngoài bồn hay các thiết bị nhỏ hơn rất thích hợp cho các doanh nghiệp có quy mô nhỏ. Ở các đơn vị sản xuất lớn thì các thiết bị lọc có thể phải chạy liên tục, tuy nhiên đối với các đơn vị nhỏ hơn thì chúng chỉ cần chạy một vài giờ mỗi ngày. Hiện nay cũng có thiết bị lọc lưu động đơn có thể lọc tất cả các dung dịch làm sạch, dù là loại kiềm hay axit.

Các hệ thống lọc ngoài không còn phổ biến như trước đây do gặp phải các vấn đề như ăn mòn, rò rỉ, tắc, v.v... Những vấn đề này có thể được giải quyết với những hệ thống lọc được đặt trong bể.

Việc thay thế các chất lọc dẫn đến phát sinh thêm phát thải rắn và làm gia tăng chi phí vận hành. Một số bộ lọc sử dụng vật liệu lọc có thể làm sạch và tái sử dụng được, vì vậy nên xem xét kỹ để chọn lựa hệ thống lọc phù hợp nhất.

3.2.4 Thiết bị làm sạch các chi tiết

Thiết bị làm sạch được dùng để loại bỏ các chất bẩn, dầu mỡ bằng việc sử dụng kết hợp nước và chất tẩy rửa. Các thiết bị làm sạch có dung tích từ 300 tới 1500 lít và phần lớn có hệ thống tái chế/ làm sạch để tái sử dụng dung dịch tẩy rửa hoặc dung môi.

Máy làm sạch dùng nước có thể thay thế các hệ thống làm sạch sử dụng các chất làm sạch độc hại khác; và dung dịch tẩy rửa sử dụng trong những hệ thống này đặc biệt có khả năng phân hủy sinh học và có thể thải trực tiếp ra trạm xử lý nước thải. Quy trình hiện tại là làm thế nào để các thiết bị làm sạch càng được khép kín và ít phải bảo dưỡng càng tốt.

Cũng có loại thiết bị làm sạch sử dụng dung dịch không mang nước như các dung môi hoà tan hoặc dầu khoáng; tuy nhiên từ cách nhìn của sản xuất sạch hơn thì nên tránh việc sử dụng những loại dung môi này. Nếu sử dụng dung môi thì các thiết bị làm sạch phải giảm được sự bay hơi của dung môi, hạn chế tiếp xúc giữa người công nhân và các hóa chất độc hại và đồng thời cho phép tái sử dụng nhằm làm giảm tiêu thụ chất làm sạch.

3.2.5 Chất làm sạch sinh học

Các hệ thống làm sạch sinh học hay “rệp làm sạch” đang được phát triển ở Thụy Điển như là một giải pháp thay thế cho làm sạch bằng chất hoá học. Phương pháp này mới được phát triển ở giai đoạn đầu và sẽ rất hứa hẹn ở các doanh nghiệp mạ có quy mô lớn. Phương pháp này yêu cầu nồi nấu phải lớn và quá trình làm sạch cần phải diễn ra thật từ từ. Khi phát triển xa hơn, ứng dụng của phương pháp này có thể rộng hơn.

3.2.6 Làm sạch siêu âm

Phương pháp làm sạch siêu âm có thể đạt được độ sạch cao cho bề mặt kim loại và có thể loại bỏ được các hạt vật chất nhỏ bé. Phương pháp này có thể loại bỏ chất bẩn trên chi tiết có hình thù phức tạp nhanh hơn phương pháp ngâm rửa. Các thiết bị này thường có dung tích khá nhỏ, từ 20 - 140 lít. Một điểm hạn chế nữa là chi phí cho các thiết bị này rất tốn kém, tuy nhiên các nhà khoa học kì vọng rằng phương pháp làm sạch siêu âm sẽ có thể được ứng dụng rộng hơn trong tương lai.

3.2.7 Nhiệt phân cho sơn tĩnh điện

Đối với ngành sơn tĩnh điện, việc bóc sơn bằng dung môi như metylen clorua có thể được thay thế bằng phương pháp nhiệt phân. Nhiệt phân là quá trình cháy có kiểm soát diễn ra trong lò có nhiệt độ khoảng 400°C. Sau đó các sản phẩm điện phân được dẫn tới buồng đốt phụ trước khi gỡ bỏ.

3.3 Kiểm soát thông số bể xử lý

Theo dõi và kiểm soát thông số bể ở mức độ tối ưu sẽ giúp tối ưu hoá hiệu quả, giảm sự lãng phí vật liệu và năng lượng, và giảm dung dịch dính theo vật mạ. Có thể sử dụng các bộ cảm biến để kiểm soát nhiệt độ, độ ẩm, độ pH, dòng nước và mức độ nhiễm bẩn; và công nghệ cảm biến hiện nay đã có thể kết hợp với máy tính để đánh giá các điều kiện. Sự cải tiến công nghệ cộng với giá thành ngày một hạ đã khiến các bộ cảm biến phân tích, các giao diện máy tính, và các hệ thống kiểm soát xử lý ngày càng được quan tâm hơn.

Những phần sau đây sẽ mô tả các thông số chính trong việc kiểm soát điều kiện của bể.

3.3.1 Nồng độ hoá chất

Nên duy trì các bể với tỷ lệ nồng độ hoá chất tối thiểu để đạt được chất lượng sản phẩm cần thiết. Các doanh nghiệp cũng nên theo dõi theo kinh nghiệm thực tế chứ không nên dựa vào khuyến cáo của các nhà cung cấp hoá chất vì một số nhà cung cấp có thể đưa ra các yêu cầu cao hơn cần thiết. Bằng việc hạ thấp nồng độ hóa chất xuống mức chỉ trên điểm gây lỗi, các chi phí về hoá chất và các chi phí khác liên quan đến việc thải loại và xử lý sẽ giảm xuống. Khi nồng độ hoá chất giảm thì lượng dung dịch dính theo vật mạ cũng sẽ giảm theo.

3.3.2 Nhiệt độ bể

Nhiệt độ của một bể có thể tác động đến hiệu quả của quá trình mạ, và lượng dung dịch dính theo vật mạ. Ở nhiệt độ cao hơn, độ sệt (nhớt) của bể thấp hơn, và vì thế dung dịch dính theo vật mạ giảm đi. Mặt khác, nếu nhiệt độ vận hành cao hơn cũng có nghĩa là chi phí năng lượng cao hơn, và có thể làm hỏng các chất làm sáng. Doanh nghiệp cần phải cân nhắc về vấn đề này để xem nếu thay đổi nhiệt độ bể, hoặc lên hoặc xuống có thể thực sự giúp giảm chi phí hay không.

3.3.3 Ngăn thất thoát nhiệt và bay hơi

Các cách giảm thất thoát nhiệt và bay hơi từ các bể chứa:

- Cản cách nhiệt cho các bể được nung nóng để giảm thiểu thất thoát nhiệt. Dùng nắp đậy trong khi các bể không hoạt động.
- Thông thường, bóng và cặp nổi được sử dụng để giảm thiểu thất thoát nhiệt và hơi nước, và có thể chỉ cần vài tháng là hoàn vốn.
- Chất ngăn hơi hoá chất cũng có thể được dùng trong một số ứng dụng để ngăn ngừa thất thoát do bay hơi.

Một nghiên cứu được tiến hành bởi Viện Công nghệ công nghiệp (1997), Australia, chỉ ra rằng: Bằng cách sử dụng chất chống bay hơi, nồng độ crôm trong lớp không khí phía trên bề mặt có thể giảm xuống chỉ còn 0,9% so với khi không sử dụng. Tương tự như vậy, ứng dụng của bóng poly (bóng nhựa polypropylene cỡ 1-3/8 inch) có thể làm giảm 13% nồng độ kim loại trong không khí so với khi không dùng bóng. Nghiên cứu

cũng chỉ ra rằng việc áp dụng đồng thời cả chất ngăn bay hơi và bóng không mang lại lợi ích hơn nhiều so với việc áp dụng một phương pháp đơn lẻ.

3.3.4 Chống nhiễm bẩn dung dịch mạ

Sự tích tụ các chất nhiễm bẩn dần dần làm giảm hiệu quả của các dung dịch mạ, và dẫn tới việc phải thải loại các dung dịch này. Sự tích tụ các chất nhiễm bẩn, như bề xyanua bị nhiễm cacbonat, cũng làm tăng 50% lượng dung dịch dính theo vật mạ vì nó làm tăng độ sánh của dung dịch. Hiện có một số công nghệ hiệu chỉnh đơn giản có thể kéo dài tuổi thọ của dung dịch ở các bể bằng cách loại bỏ các chất nhiễm bẩn.

- **Lọc:** Hiện có các hệ thống lọc gắn trong hoặc ngoài các thùng chứa, và các thiết bị nhỏ hơn thích hợp với các doanh nghiệp quy mô nhỏ.
- **Chiết xuất kim loại từ dung dịch bằng quy trình điện hoá:** Việc chiết xuất kim loại từ các dung dịch bằng các quy trình điện hoá cho phép loại bỏ các chất bẩn kim loại không mong muốn và chỉ còn lại các kim loại mong muốn trong dung dịch mạ, có thể thấy rõ nhất ứng dụng của phương pháp này trong việc loại bỏ đồng khỏi các bể mạ kẽm và nickel. Khi hàm lượng đồng quá cao, một thanh kim loại được đặt trong bể và cho một “dòng điện nhỏ” chạy qua. Ở điện áp thấp, đồng sẽ bám vào bề mặt kim loại, còn phần lớn các chất phụ gia trong bể không ảnh hưởng. Mặc dù một số kim loại mạ (kẽm, nickel...) bị loại bỏ, nhưng khoản tiết kiệm từ việc kéo dài tuổi thọ của bể sẽ bù đắp lại những hao hụt này.
- **Sử dụng nước chưng cất hoặc nước khử ion hoá:** Việc sử dụng nước chưng cất hoặc nước khử ion hoá thay vì nước máy để bù cho lượng mất đi của các bể mạ kim loại sẽ làm giảm sự tích tụ các chất gây nhiễm bẩn các dung dịch, giảm lượng bùn cặn và giảm lượng dung dịch dính theo vật mạ ra ngoài. Nước máy chứa các chất gây nhiễm bẩn như canxi, sắt, magie, mangan, clo, cacbon, và photpho, do đó việc sử dụng nước chưng cất hay nước khử ion hoá sẽ loại bỏ sự xâm nhập của các chất gây nhiễm bẩn này.
- **Khuấy trộn cơ học thay cho sục khí:** Biện pháp sục khí có khuynh hướng làm tăng chất nhiễm bẩn như dầu từ máy nén và cacbonic vào các bể và vì thế khuấy trộn cơ học có lẽ thích hợp hơn. Tuy nhiên, nếu sử dụng không khí, cần phải đảm bảo không khí đã được lọc để loại bỏ các chất gây ô nhiễm.

3.4 Giảm lượng dung dịch dính theo vật mạ

Dung dịch dính theo vật mạ, là lượng dung dịch theo ra từ bể xử lý tới bể rửa, và là nguồn gây ô nhiễm nước rửa trong quy trình hoàn tất kim loại. Giảm lượng dung dịch dính theo vật mạ có thể góp phần:

- Giảm sự nhiễm bẩn và vì vậy, làm tăng tuổi thọ của nước rửa;
- Kéo dài tuổi thọ các bể xử lý;
- Giảm nhu cầu cấp nước và hoá chất mới; và
- Giảm chi phí xử lý loại bỏ các chất ô nhiễm độc hại hoặc trong phạm vi quản lý của luật pháp trước khi nước được tái sử dụng hoặc thải bỏ.

Nhiều doanh nghiệp mạ kim loại lo ngại rằng việc thay đổi để làm giảm lượng dung dịch dính theo vật mạ, như tăng thời gian treo ráo trên bề, sẽ ảnh hưởng tới năng suất sản phẩm. Tuy nhiên, nguyên nhân dẫn đến các cuộc tranh luận này là do các doanh nghiệp chưa xem xét đến sự lãng phí của việc tiêu hao dung dịch xử lý và khoản chi phí dành cho việc xử lý. Phần này đưa ra các ý kiến nhằm làm giảm lượng dung dịch dính theo vật mạ.

3.4.1 Thời gian nhắc chi tiết ra khỏi thùng mạ và treo ráo

Khi nhắc các chi tiết ra khỏi bể càng nhanh thì lớp dung dịch bám trên chi tiết càng dày và lượng dung dịch theo ra cùng vật mạ càng lớn hơn. Tương tự như vậy, thời gian treo ráo càng nhanh thì càng có nhiều dung dịch theo ra cùng vật mạ sang bể rửa. Việc nhắc chi tiết ra khỏi thùng mạ có ý nghĩa rất lớn, chính vì thế trong hầu hết các trường hợp người ta dùng các giá treo để nhắc vật mạ ra khỏi bể và ấn định thời gian cần thiết treo trên bề để làm ráo.

Một số nghiên cứu đã chứng minh rằng khi tăng thời gian treo ráo sau khi nhắc các chi tiết ra khỏi bể mạ thì lượng dung dịch dính theo vật mạ có thể giảm đi đáng kể.

- Một thử nghiệm ở Mỹ chỉ ra rằng khoảng thời gian treo ráo ít nhất 10 giây có thể giảm hơn 40% lượng dung dịch dính theo vật mạ, nếu so sánh với công nghệ xử lý treo ráo 3 giây thông thường.
- Một thử nghiệm ở Hồng Kông cho thấy thời gian thoát nước dài hơn 15 đến 20 giây có thể giảm giảm 75% lượng dung dịch dính theo vật mạ mà không hề ảnh hưởng đến chất lượng và số lượng sản phẩm (Phòng công nghiệp Hồng Kông, 1995).

Biện pháp này khi áp dụng sẽ không gây ảnh hưởng gì đến tiến độ sản xuất bởi quy trình làm sạch không phải là nhân tố mang ý nghĩa quyết định đối với cả quy trình. Bằng cách phân tích toàn bộ quy trình và xác định yếu tố nào là quan trọng, thì có thể giảm thời gian hoạt động của các quy trình khác để tối đa hóa thời gian treo ráo.

3.4.2 Định hướng sản phẩm và các giá treo

Có thể làm tăng thời gian làm ráo vật mạ mà không cần phải tăng thời gian làm việc của công nhân bằng cách sử dụng các giá treo và các quy trình rửa sạch tự động. Những hệ thống này có thể làm tăng năng suất lao động và vì thế các xưởng mạ có thể đảm đương khối lượng công việc lớn hơn.

Các chi tiết khi được treo lên giá sẽ tự ráo. Các chi tiết nên được xếp sao cho chất lỏng có thể thoát nhanh nhất trở lại bể mạ, hạn chế tối đa lượng kéo theo sang bể khác. Xếp nghiêng các chi tiết sẽ giúp tránh hiện tượng tạo các túi đọng hoá chất và không nên xếp các chi tiết này ngay trên chi tiết kia.

Nếu có thể được thì khi nhắc các chi tiết ra khỏi bể mạ, quay tròn các chi tiết đó để giảm lượng dung dịch bám quá nhiều trên bề mặt.

3.4.3 Điều chỉnh sản phẩm

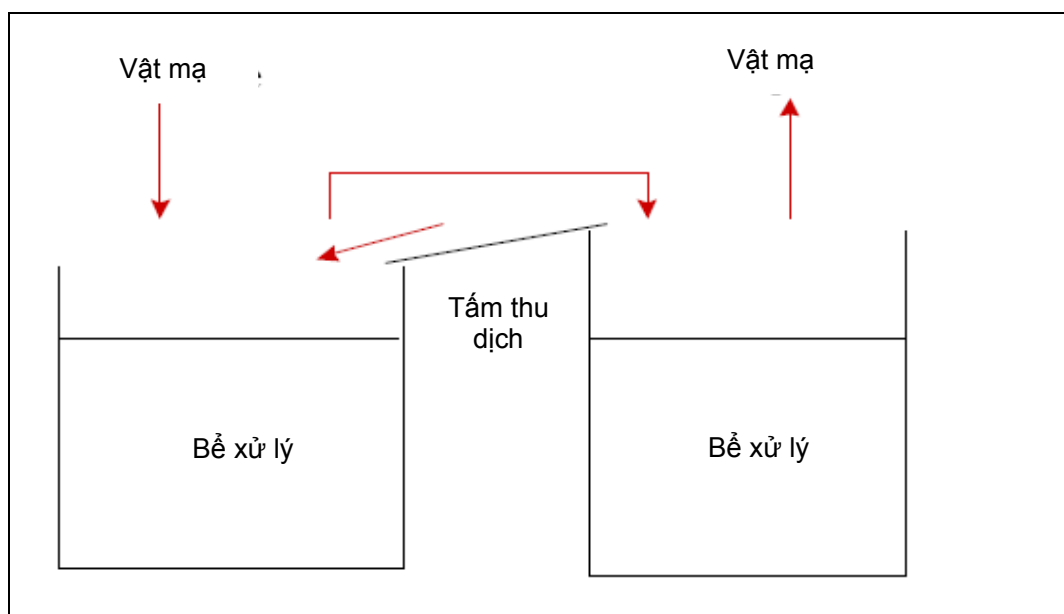
Những thay đổi nhỏ trên sản phẩm có thể làm giảm lượng dung dịch dính theo vật mạ. Thông thường người ta gia công thêm các lỗ lên các chi tiết để thuận tiện cho việc treo chúng lên giá. Những lỗ này cần phải ở vị trí thuận lợi cho việc thoát dung dịch mà không làm ảnh hưởng đến cấu trúc tổng thể của các chi tiết. Ta cũng có thể tạo ra các lỗ để loại bỏ các hồ trên bề mặt mà dung dịch thường hay đọng lại. Các biện pháp này có thể giúp cho thời gian làm ráo dung dịch ngắn hơn.

Có rất nhiều yếu tố liên quan đến cấu trúc của vật mạ làm tăng khả năng dung dịch bị dính theo, như các mối hàn nổi/gập. Chúng tạo thành các khe, lỗ nhỏ và dung dịch bị hút vào do lực mao dẫn. Khi giảm số lượng các chi tiết lắp ráp và dùng các mối hàn nổi 2 đầu thì có thể làm giảm ảnh hưởng này.

3.4.4 Tắm thu dịch và khay hứng

Tắm thu dịch (xem hình) được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp hoàn tất kim loại để thu hồi dung dịch mạ. Những tấm này được treo giữa các bể xử lý và được làm bằng nhựa, hoặc thép phẳng hay mạ teflon. Dung dịch nhỏ xuống tấm này và quay trở lại các bể xử lý tương ứng.

Đặt một tấm bản trên miệng của 2 thùng liền kề để hứng dung dịch dính theo vật mạ. Nghiêng tấm bản này về phía thùng thứ nhất (việc này giúp cho dung dịch không bị rơi ra sàn và đường cống).



Hình 9: Tấm thu dịch

3.4.5 Các chất thấm ướt

Các chất hoạt động bề mặt và các chất thấm ướt khác có thể làm giảm 50% lượng dung dịch dính theo vật mạ, bằng cách làm giảm sức căng bề mặt của dung dịch (Công ty tư vấn Hagler Bailey). Tuy nhiên, các chất thấm ướt có thể tạo ra bọt và có thể không phù hợp với các hệ thống xử lý nước thải. Do đó, cần phải làm thí nghiệm để xác định các chất thấm ướt nào là thích hợp nhất.

3.4.6 Dao khí

Thổi khí vào bề mặt của chi tiết khi chúng được nhấc ra khỏi bể mạ hoặc bể làm sạch, đẩy chất lỏng trở lại bể. Trong một số ứng dụng, phương pháp làm khô nhanh này có thể ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

3.4.7 Trả lại dung dịch dính theo vật mạ về bể mạ

Trực tiếp trả lại dung dịch dính theo vật mạ về các bể mạ là dạng thu hồi kim loại đơn giản nhất và được thực hiện rộng rãi trong ngành công nghiệp. Thùng đầu tiên sau thùng mạ là 'thùng hứng dung dịch dính theo vật mạ' hoặc 'rửa tĩnh' và thùng này hứng phần lớn lượng dung dịch thừa bám theo vật mạ. Lượng dung dịch được hứng lại này sẽ dùng "bổ sung" cho bể mạ để bù lại cho phần thất thoát do bay hơi. Giống như vấn đề tích tụ chất bẩn đã được nói ở phần trước, lượng dung dịch thu hồi được thường nhiều hơn lượng dung dịch cần để bù đắp cho thất thoát do bay hơi trong thùng mạ, và vì thế cần phải để thùng mạ hoạt động ở nhiệt độ cao hơn để điều tiết tất cả các dung dịch dính theo vật mạ. Hoặc cũng có thể dùng các biện pháp kích thích bay hơi để hạn chế vấn đề này.

3.5 Cải tiến công nghệ rửa

Hệ thống rửa tốt nhất là hệ thống vừa đạt được hiệu suất cao nhất vừa sử dụng ít nước nhất. Trước nay ngành này vẫn sử dụng nước một cách thoải mái nhằm đạt được hiệu quả rửa tốt. Tuy nhiên, có nhiều cách để rửa tốt mà lại sử dụng ít nước hơn rất nhiều. Bằng cách giảm thiểu lượng nước rửa, bạn có thể tiết kiệm ở 2 khía cạnh. Thứ nhất là tiết kiệm tiền mua nước, và thứ hai bạn tiết kiệm được chi phí trong khâu xử lý và thải bỏ. Phần này mô tả các cách sử dụng nước ít hơn trong khâu rửa nhưng vẫn có thể duy trì được hiệu quả rửa tốt.

3.5.1 Khuấy trộn

Vì đa phần các nhà máy sử dụng giá treo vận hành bằng tay, vì thế có thể khuấy trộn bằng cách di chuyển các giá treo này bằng tay. Việc rửa sạch sẽ hiệu quả hơn nếu các vật mạ được nâng và hạ xuống hơn là khuấy khi chúng đang được ngâm. Nhúng 2 lần trong cùng một bể có thể giảm lượng dung dịch kéo theo vật mạ hiệu quả hơn gấp 16 lần so với nhúng 1 lần.

Việc sục khí nén thường không phải là một cách làm hiệu quả, và thường tấy hết không khí có trong dung dịch. Máy khuấy Vortex bằng sự tuần hoàn khép kín của dòng bên từ thùng rửa thường rất hiệu quả, nhưng hiệu quả khuấy cao nhất chỉ có thể đạt được khi sử dụng các máy khuấy chuyên biệt.

3.5.2 Rửa xịt và phun sương

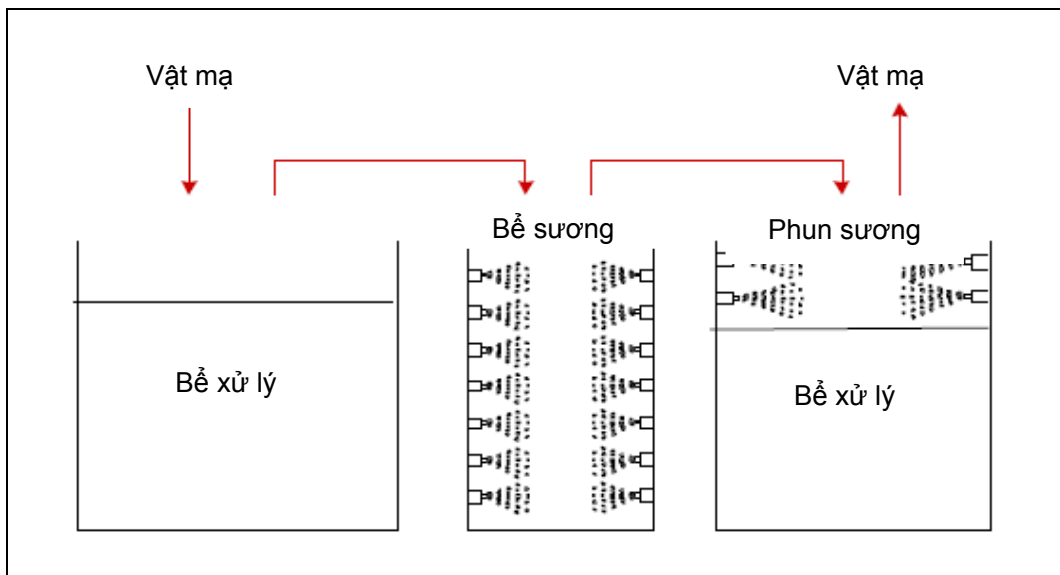
Việc rửa sạch bằng cách phun xịt sẽ sử dụng một vòi phun để phun nước rửa lên vật mạ khi chúng vừa được mang ra từ bể xử lý. Đây là cách thích hợp nhất để rửa các tấm phẳng, tuy nhiên có thể sử dụng kết hợp với việc rửa ngâm đối với các vật có hình dạng đặc biệt.

Đối với các bể được gia nhiệt, có thể sắp xếp các vòi phun theo cỡ và tỷ lệ dòng nước được điều chỉnh nhờ đó nước phun sẽ làm cân bằng lượng thất thoát bay hơi.

Các bể sương và phun sương là một biến đổi trong cách rửa bằng cách phun, kết hợp sự phun nước với áp suất khí để tạo ra lớp sương mờ của nước. Lớp sương mù thu hoá chất và dẫn chúng quay lại bồn xử lý.

Các bể phun hoặc bể sương thường được sử dụng trong những trường hợp mà nước sương có thể làm loãng dung dịch xử lý ngoài mong muốn.

Về hiệu quả rửa, rửa phun chỉ có hiệu quả bằng một nửa so với rửa nhúng, nhưng lại chỉ tiêu tốn khoảng từ 1/8 đến 1/4 lượng nước so với phương pháp này.

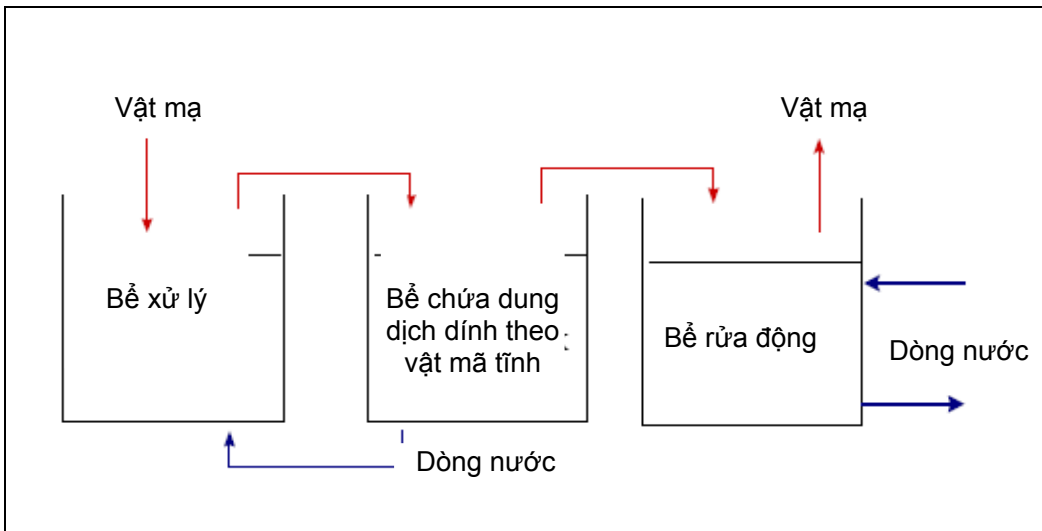


Hình 10: Bể sương và phun sương

3.5.3 Rửa động và tĩnh

Một số nhà máy nhỏ chỉ sử dụng một số lượng ít các bồn rửa nhỏ tĩnh (nước tù) để có thể đạt được hiệu quả rửa tương đối. Tuy nhiên, đối với các nhà máy có số lượng vật liệu sản xuất cao hơn, thì sử dụng cách súc rửa động thường phổ biến hơn; một lượng nước cố định thường xuyên được cung cấp tới thùng rửa để hạ thấp nồng độ chất bẩn.

Nếu chỉ sử dụng một bể rửa động thì cần một lượng nước lớn để đạt được hiệu quả rửa cao. Có thể giảm việc sử dụng nước bằng cách lắp đặt một hoặc vài bể rửa tĩnh trước bể rửa động. Có thể tham khảo hình dưới.



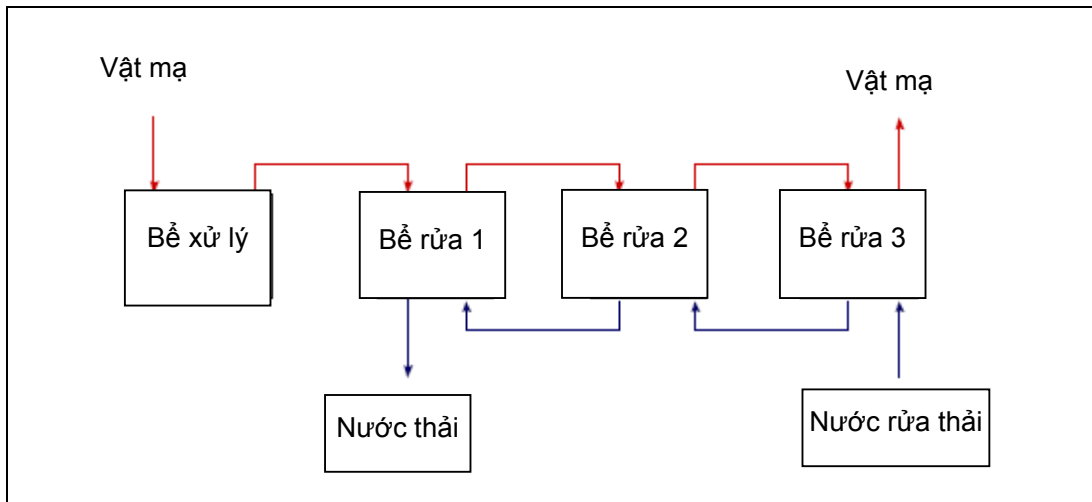
Hình 11: Làm sạch động và tĩnh

3.5.4 Rửa ngược dòng

Rửa ngược dòng có thể làm giảm nhu cầu nước sạch bằng cách chuyển dung dịch bám vào vật về lại bể xử lý. Nước sạch được cho vào thùng rửa cuối cùng và chảy tràn trở lại qua các thùng súc rửa đang hoạt động cho tới khi tới thùng rửa được đặt ngay sau thùng mả.

Thường thì dòng nước tràn từ thùng rửa đầu tiên sẽ được thải ra hệ thống xử lý hay hệ thống thoát nước. Tuy nhiên, nếu thùng xử lý hoạt động ở nhiệt độ đủ cao cho việc bay hơi, thì dòng nước tràn có thể đi vào thùng xử lý, bằng cách đó có thể tái sử dụng được nhiều dung dịch dính trên vật mả. Việc chảy tràn vào thùng xử lý chỉ có ích khi quá trình rửa có sử dụng nước khử oxi hoá.

Một hệ thống làm sạch ngược dòng nhiều giai đoạn sử dụng ít hơn tới 90% nước rửa so với một hệ thống làm sạch thông thường (mô tả như hình 12)



Hình 12: Rửa ngược dòng

3.5.5 Kiểm soát dòng nước

Cách dễ nhất và đơn giản nhất để kiểm soát dòng nước là khoá nước chảy đến các bể rửa khi không sử dụng chúng. Tuy nhiên, việc này có thể hơi phức tạp, vì thế tốt nhất là trang bị một hệ thống không dựa trên hoạt động của con người.

Các bộ hạn chế dòng chảy nối tiếp (in-line flow restrictors) đơn giản có thể giới hạn chế tỷ lệ dòng chảy, và có giá rất rẻ (khoảng US\$10.-). Tuy nhiên, vì không thể điều chỉnh được bộ hạn chế nên chúng có thể không thích hợp cho một số xưởng mạ nơi mà các sản phẩm cần mạ rất đa dạng và đều có những yêu cầu khác nhau về tỷ lệ dòng chảy.

Những quy trình yêu cầu dòng biến thiên, có thể sử dụng các hệ thống đo lường tự động để kiểm soát dòng chảy với độ chính xác hợp lý. Việc này có thể hoạt động hoặc dựa trên dòng đặt trước đối với các hoạt động chi tiết hoặc kiểm soát dòng chảy sử dụng các bộ cảm biến dẫn điện. Các bộ cảm biến dẫn điện đo nồng độ chất bản trong nước rửa và điều chỉnh dòng phù hợp; độ dẫn điện càng cao thì dòng chảy càng cao.

3.5.6 Tránh nhu cầu rửa

Có thể bỏ qua bước rửa giữa bộ rửa ngâm và bộ rửa điện phân nếu cả hai bể tương thích.

3.6 Các kĩ thuật tái sử dụng nước rửa và thu hồi kim loại

Khái niệm về một hệ thống “không dòng thải” đang ngày càng trở thành một lựa chọn khả thi đối với ngành công nghiệp. Điều này có được dựa trên lý thuyết rằng nước và kim loại chứa trong nước thải có thể được khôi phục và tái sử dụng trong quá trình. Vì chi phí cho việc xử lý và thải bỏ chất thải ngày càng đắt đỏ, nên chắc chắn sẽ đến lúc việc xử lý và tái sử dụng nước thải sẽ tiết kiệm hơn là xử lý và loại bỏ chúng.

Nước thải được xử lý có thể được tái sử dụng cho các quá trình phụ trợ như rửa, làm sạch, bề tẩy gỉ hay vệ sinh sàn xưởng. Đến 90% lượng nước sử dụng trong mạ điện đều sử dụng cho các hoạt động rửa, vì thế lợi ích từ việc tái sử dụng nguồn tài nguyên này là rất rõ ràng.

Một số kĩ thuật được chỉ ra trong phần này cũng cho phép kim loại được tái chế từ dòng thải. Tuy nhiên, việc tái chế kim loại có thể mâu thuẫn với các nỗ lực giảm nguồn nguyên liệu. Thứ nhất, mục đích của việc giảm nguồn là để làm giảm nồng độ dung dịch dính lại trên vật mạ, tuy nhiên nhiều công nghệ thu hồi kim loại hoạt động tốt nhất khi nồng độ dung dịch cao. Thứ hai, công nghệ tái chế kim loại lại sinh ra các chất thải khác như các bộ lọc, màng, catot và nhựa thông ... đã qua sử dụng.

Do đó, các doanh nghiệp nên xem xét cẩn thận tính khả thi kĩ thuật, các tác động môi trường và chất lượng trước khi đầu tư vào hệ thống tái chế. Chúng có thể chỉ tương thích với các luồng rác thải mà cần chi phí cao để loại bỏ hay thay thế.

Việc xử lý và tái chế chất thải để thu hồi nước hoặc kim loại thường yêu cầu vốn đầu tư trong hệ thống xử lý như những gì đã được chỉ ra trong phần này. Các dạng công nghệ tái chế đang được sử dụng ở Mỹ cho mục đích này được chỉ ra trong bảng sau:

Bảng 11: Công nghệ tái chế được sử dụng ở Mỹ

Công nghệ tái chế	% doanh nghiệp sử dụng
Trao đổi ion	25.0 %
Thiết bị bay hơi trong không khí	22.3 %
Khai thác điện	19.0 %
Thiết bị bay hơi chân không	7.2 %
Thẩm thấu ngược	1.8 %
Điện thẩm tách	<1.0 %

3.6.1 Thu hồi kim loại bằng phương pháp điện phân

Thu hồi kim loại bằng phương pháp điện phân giữ kim loại trong dung dịch bằng cách mạ chúng trên một tấm kim loại mỏng làm bằng loại kim loại sẽ được khôi phục hoặc một khoảng trống thép không gỉ, đóng vai trò như một catot trong thùng. Sản phẩm của quá trình này là một tấm kim loại cứng, nó có thể được khôi phục và tái sử dụng như một anốt trong thùng mạ. Kĩ thuật này yêu cầu sự phân luồng nước thải của các bước rửa để ngăn sự nhiễm bẩn của anốt với các kim loại khác nhau.

3.6.2 Thẩm thấu ngược

Sự thẩm thấu ngược là việc cho dòng chất lỏng sử dụng đi qua một màng ngăn không thấm phần lớn muối hoà tan, sử dụng áp suất cao. Các lợi ích của nó bao gồm khả năng xử lý các dung dịch loãng, nước thải để thích hợp cho việc tái sử dụng trong khi nhu cầu sử dụng năng lượng lại thấp hơn các hệ thống bay hơi. Nước được làm sạch có thể được sử dụng lại ở các quá trình rửa và muối kim loại được tái chế để bổ sung vào các bể mạ.

Thông thường, phương pháp này được sử dụng để tinh chế nước thải rửa từ các bể axit nickel. Phương pháp này không thích hợp cho các dung dịch có tính oxi hoá cao, như axit crôm, và nếu chứa các chất hữu cơ hiện hữu thì dịch sẽ phải được đi qua bộ lọc than hoạt tính. Chi phí vốn trung bình khoảng 30.000 đôla và chi phí hoạt động hàng năm khoảng 1/3 chi phí vốn.

3.6.3 Trao đổi ion

Sự trao đổi ion loại bỏ cả kim loại điện tích âm và dương cũng như ion hoá chất ra khỏi dung dịch bằng cách đưa nước thải rửa qua các lớp nhựa. Khi các lớp nhựa này đã bão hòa, các kim loại sẽ được thu hồi trong dung dịch đặc và nhựa thông được hoàn nguyên để tái sử dụng. Sự bất lợi khi sử dụng công nghệ này là: Đây là quá trình phức tạp yêu cầu hoạt động và bảo dưỡng cẩn thận, nước thải phải được phân luồng để thu hồi kim loại, và phát sinh thêm lượng nước thải bổ sung từ quá trình hoàn nguyên và rửa. Chi phí vốn có thể từ 5.000 đô la đến 500.000 đô la và chi phí hoạt động hàng năm khoảng từ 25% đến 50% chi phí vốn.

3.6.4 Điện thẩm tách

Điện thẩm tách là một quá trình xử lý màng, trong đó, nước thải đi xuyên qua hệ thống màng chọn lọc ion, hệ thống này sẽ loại bỏ cả ion âm và dương. Điện thẩm tách có thể đạt được nồng độ cao hơn biện pháp thẩm thấu ngược hoặc trao đổi ion, tuy nhiên phương pháp này lại khôi phục cả các tạp chất và không thể khôi phục một vài chất quan trọng khác có trong dịch xử lý như các tác nhân làm sáng và chất phụ gia. Chi phí vốn có thể từ 10.000 đô la đến 50.000 đô la với chi phí hoạt động từ 15% đến 30% vốn đầu tư.

3.7 Các quy trình khác

Phần này sẽ cung cấp một số ví dụ về các kỹ thuật khác - là phương pháp để tùy chọn cho các quy trình hoàn tất kim loại và có thể giảm đáng kể chi phí xử lý chất thải.

3.7.1 Hệ thống mạ không xyanua

Xyanua được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp mạ nhưng do hàm lượng độc cao nên nước thải có chứa xyanua cần phải được xử lý thêm một khâu oxi hóa xyanua. Vì vậy, chuyển đổi sang hệ thống không xyanua có thể tiết kiệm được chi phí khoảng 10% nhờ tiết kiệm được ở khâu xử lý nước thải.

Mạ thiếc là phương pháp thành công nhất trong việc thay thế xyanua thông qua việc sử dụng dung dịch kẽm clorua và hệ thống kiểm kẽm.

Bể (axít) kẽm clorua ngày càng được ưa chuộng trong ngành công nghiệp. Ngoài lợi ích tiết kiệm chi phí xử lý nước thải thì dung dịch này còn có ưu điểm là hiệu quả hoạt động cao hơn, có bề ngoài đẹp và sáng bóng, tiết kiệm năng lượng đáng kể thông qua việc tăng năng suất và ít giòn hydro hơn. Để chịu được trong điều kiện axít, các bể thép truyền thống cần được thay thế, tuy nhiên chi phí phụ thêm sẽ được bù nhờ các khoản tiết kiệm từ việc giảm chi phí xử lý chất thải và rủi ro về an toàn lao động.

Hệ thống kiểm kẽm là hệ thống rẻ nhất trong các bể mạ kẽm, có thể được sử dụng trong các bể thép truyền thống và cũng có thể tạo ra độ sáng bóng tốt. Hệ thống này không chịu được sự thay đổi trong các điều kiện vận hành và nếu vận hành bên ngoài những tiêu chuẩn của hoạt động thì hiệu suất và chất lượng có thể sẽ bị ảnh hưởng. Tuy nhiên, hệ thống kiểm kẽm chứng tỏ tính khả thi hơn trong hai hệ thống không xyanua bởi nó có thể được áp dụng ngay trên các bể đã có trước đó.

Các công nghệ thay thế các hệ thống xyanua khác như đồng đỏ, đồng thau, vàng và bạc nhưng không hiệu quả bằng việc dùng xyanua kẽm. Thay thế giải pháp xyanua bằng giải pháp không xyanua yêu cầu các kỹ thuật làm sạch, tẩy sạch dầu mỡ do các giải pháp không xyanua đòi hỏi bề mặt lau sạch kỹ lưỡng để đạt được chất lượng mạ cao. Tuy nhiên, hệ thống không xyanua đã dần được chấp nhận ngay sau khi được giới thiệu lần đầu tiên.

3.7.2 Thay thế Crôm+6 bằng Crôm+3 trong quy trình mạ Crôm

Sử dụng Crôm+3 thay cho Crôm+6 mang lại một số thuận lợi sau:

- Giảm sự độc hại đối với sức khỏe khi tiếp xúc với Crôm+6.
- Ít lắng cặn trong các bể mạ
- Giảm bước chuyển hóa Crôm+6 sang Crôm+3 trong quá trình xử lý nước thải.
- Giảm lượng dung dịch dính theo ra vì dung dịch ít dính hơn so với Crôm+6 và nồng độ dung dịch thấp hơn, và
- Crôm+3 sử dụng cùng những thiết bị với Crôm+6 nên rất dễ thay thế.

Độ dày tối đa của lớp mạ Crôm+3 là 0,003 mm; nếu mạ dày hơn sẽ dễ làm xuất hiện vết nứt và giảm chất lượng sản phẩm. Vì vậy, kỹ thuật này thường không phù hợp với mạ Crôm cứng có yêu cầu về độ dày từ 0,508 mm trở lên.

Ở Mỹ, quá trình thay Crôm+3 bằng crôm hóa trị ba rất chậm do chất lượng mạ được cho là kém hơn so với sử dụng Crôm+6. Các công ty sản xuất ô tô đòi hỏi lớp gia công bóng, chất lượng cao mà chỉ có Crôm+6 có thể đáp ứng. Tuy nhiên trong những ứng dụng không đòi hỏi quá cao về chất lượng, có thể sử dụng crôm+3 để thay thế.

Tông màu của lớp mạ Crôm+3 sẽ khác so với Crôm+6. Tuy nhiên, có thể sử dụng một vài chất phụ gia thêm vào dung dịch Crôm+6 để điều chỉnh được tông màu theo yêu cầu.

3.7.3 Gia tăng tuổi thọ bề mạ không điện

Mạ không sử dụng điện là một dạng mạ mà không trực tiếp sử dụng dòng điện để mạ kim loại, thay vào đó là sử dụng độ chênh lệch điện thế của kim loại.

Vấn đề lớn nhất của quá trình này là dung dịch trong bể sẽ bị nhiễm bẩn do các sản phẩm phụ của phản ứng hóa học. Sản phẩm phụ phát sinh trong quá trình mạ sẽ làm giảm hiệu suất dung dịch. Khi dung dịch không còn hiệu quả thường thì sẽ được loại bỏ đi và thay thế bằng dung dịch mới.

Dưới góc độ của SXSH, hình thức mạ này không phải là giải pháp thay thế hàng đầu vì tuổi thọ của bể không cao và các dung dịch đã qua sử dụng cần phải được xử lý. Tuy nhiên, trong một vài trường hợp, quá trình này có thể được cải thiện bằng cách tăng tuổi thọ dung dịch nhờ thêm chất hóa học, thông thường là các chất khử như hypophosphat. Các chất khử sẽ làm cho bể dao động, khiến chất bẩn phát sinh sẽ được bắn ra, thường thì trên bông thép. Quá trình này sẽ làm tăng tuổi thọ của bể gấp mười lần và giảm lượng chất thải tạo ra tới 90%.

3.8 Công nghệ mới

Phần này sẽ cung cấp những thông tin về các công nghệ sạch được tìm thấy trong các tài liệu, chủ yếu từ Mỹ. Mặc dù những công nghệ này chưa xuất hiện trong đời sống thực tiễn nhưng chúng mang những đặc điểm có tính khả thi và vì vậy đáng để được xem xét đến.

Công nghệ sạch là các quy trình hay công nghệ sản xuất mà giảm thiểu được sự ô nhiễm hay chất thải, tiêu hao năng lượng hay sử dụng nguồn nguyên liệu khi so sánh với các công nghệ khác.

3.8.1 Anốt hóa axit Boric/Sulphuric (SBAA)

Quy trình SBAA là phương pháp thay thế trực tiếp cho quá trình Anốt hóa axit Crôm sử dụng trên những quy trình sản xuất nhôm. Quá trình SBAA cần có bể Anốt hóa axit Boric và bể chất hàn crôm để các chi tiết sẽ được nhúng vào sau quá trình SBAA.

Nước rửa vẫn còn chứa kim loại và axit cần phải được tiền xử lý nhưng khối lượng crôm cần xử lý thì thấp hơn nhiều so với các phương pháp thông thường. Do vậy, SBAA giúp giảm đáng kể quá trình xử lý axit crôm cũng như giảm khí độc thải ra từ lớp mạ. Chi phí hoạt động SBAA bằng với chi phí hoạt động mạ crôm. Ở Mỹ, việc giảm mức crôm cho phép được hy vọng sẽ làm cho SBAA trở thành sự thay thế hàng đầu đối với quá trình oxit hóa anốt thông thường trong vòng 5-15 năm tới (USAEP).

3.8.2 Công nghệ điện thẩm tách cho dung dịch xử lý

Điện thẩm tách là một quá trình duy trì nồng độ ion kim loại thấp trong dung dịch bể anốt hóa bằng việc vận chuyển ion kim loại bằng dòng điện và hút chúng khi chúng đã thành lớp bùn đặc.

Ví dụ khi anốt hóa nhôm thì dung dịch bể phải được thay và thải bỏ khi nồng độ nhôm đạt mức 80-100 gram/lít. Công nghệ thẩm tách bằng điện có thể giúp tăng rất nhiều tuổi thọ của dung dịch bể oxit hóa anốt và cho phép thu hồi và tái sử dụng kim loại. Ngoài ra, điều chỉnh nồng độ ion kim loại trong dung dịch anốt hóa sẽ cải thiện chất lượng sản phẩm. Lớp cặn sẽ được lấy bỏ ra và catốt sẽ được thay đổi dựa trên nguyên lý cơ bản để đảm bảo quá trình tách bỏ kim loại đạt hiệu quả.

Tại Mỹ, chưa có nhiều công ty sử dụng công nghệ này do chi phí vốn quá cao, đồng thời việc tìm ra được một công ty thu hồi và tái sử dụng kim loại từ cặn xỉ là rất khó. Khi chi phí xử lý tăng thì biện pháp thẩm tách bằng điện sẽ chứng tỏ tính khả thi về mặt kinh tế (USAEP).

3.8.3 High Velocity Oxy-Fuel (HVOF) Thermal Spray

Công nghệ phun nhiệt oxy-nhiên liệu tốc độ lớn (HVOF) là quá trình sấy khô nhằm tạo ra lớp mạ kim loại đặc. Công nghệ này sử dụng hỗn hợp nhiên liệu/oxy trong khoang đốt, ở đây bột kim loại sẽ được nấu chảy và được nạp vào súng phun sử dụng khí ga luân chuyển và được đẩy đi với tốc độ cao tới thiết bị được mạ. Bột kim loại là hợp chất bao gồm nickel, cacbua crôm, cacbua vonfram. Độ dày lớp mạ có thể đạt được lên đến 0,25 inch.

Quá trình này tạo ra một lớp mạ kim loại dày mà đặc tính kỹ thuật tương đương hoặc vượt quá cả đặc tính của lớp mạ được mạ bằng phương pháp crôm cứng sử dụng crôm hóa trị sáu. Dòng nước thải duy nhất được tạo ra là sơn phun lỗi, và hiện nay vấn đề này có thể được khắc phục bằng cách sử dụng hệ thống lọc màn ngăn nước hoặc máy lọc không khí chuyên biệt. Do sơn phun lỗi chỉ chứa hợp kim hoặc kim loại nguyên chất nên có thể tái chế các loại kim loại và hợp kim này thành nguyên liệu thô.

Ở Mỹ, HVOF đang dần được chấp nhận và thời gian thu hồi vốn từ 2 đến 4 năm, tùy thuộc vào quy mô hoạt động (USAEP).

3.8.4 Quá trình kết tụ hơi ion (Ion Vapour Deposition (IVD))

IVD là một quá trình bay hơi dần dần tạo nên một lớp màng mỏng trên bề mặt kim loại, và có thể thay thế quá trình mạ điện. Phương pháp này rất phù hợp cho việc tạo lớp phủ trang trí hoặc cho các dụng cụ.

Lợi ích chính của công nghệ này khi thay thế quy trình mạ điện là nó gần như không cần đến nước rửa. Tuy nhiên có một hạn chế là lớp mạ không thực sự tốt cho các bộ phận cần bôi trơn. Và do đó phương pháp này không phải là sự lựa chọn tốt cho các đồ gá kẹp hay định vị. Ngoài ra, những ứng dụng liên quan đến mạ các vật thể có hình vành khăn cũng rất hạn chế.

Mặc dù có nhiều hạn chế như vậy nhưng công nghệ IVD vẫn được mong đợi là sẽ tiếp tục thay thế các quy trình mạ nước ở Mỹ (USAEP).

3.8.5 Thu hồi bằng điện phân để tái chế xyanua kim loại

Nước thải tạo ra từ quá trình rửa các bộ phận mạ xyanua có chứa các kim loại và hợp chất có xyanua. Các dòng nước thải này yêu cầu cần phải có quá trình tiền xử lý trước khi thải ra ngoài đặc biệt là khi có chứa các hóa chất độc hại như axit, kiềm, các hóa chất có chứa clo. Công nghệ khôi phục điện phân sử dụng dòng điện để mạ kim loại và oxy hóa chất xyanua trong nước rửa.

Kim loại sẽ được thu hồi từ bình phục hồi điện phân vì lá kim loại có thể quay trở lại bể xyanua như là nguồn anốt và chỉ một phần xyanua được oxy hóa thành xyanit. Các hệ thống này có thể thu hồi được hơn 90% ion kim loại và oxy hóa khoảng 50% lượng xianua.

Do các hệ thống này hoạt động theo chế độ cách đợt và ít đòi hỏi phải thay đổi quy trình và giai đoạn thu hồi vốn ước tính là khoảng 2 năm nếu như quy trình hoạt động tạo ra 1.000 kilo lit một năm.

Quá trình thu hồi điện phân chỉ có thể thực hiện được đối với các loại nước thải có hàm lượng kim loại cao, và hiệu quả khử sẽ giảm khi hàm lượng giảm. Điển hình là công nghệ này không được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp ở Mỹ nhưng lại rất được ưa chuộng trong việc thu hồi các kim loại có giá trị (bạc và vàng).

Bảng 13 dưới cho thấy ý tưởng về Công nghệ sạch hơn hiện có cho ngành gia công tinh kim loại trên khắp thế giới.

Bảng 13: Lợi ích do các công nghệ sạch mang lại

Lợi ích	Công nghệ sạch hơn hiện có								Công nghệ sạch hơn đang phát triển		
	Mạ đồng không xyanua	Bóc lớp mạ không xyanua	Mạ điện kẽm/hợp kim kẽm	Công nghệ Blackhole	Kết tụ hơi ion	Kết tụ hơi vật lý	Xử lý bề mặt nhôm không crôm	Phủ bằng phun kim loại	Cacbua Nickel-Wolfram-Silicon	Nickel-Wolfram-Bo	Mạ In-mold
Về mặt phòng ngừa ô nhiễm:											
Thay thế xyanua	✓	✓					✓				
Thay thế kim loại độc hại			✓	✓	✓			✓	✓	✓	
Loại trừ/giảm nước thải			✓	✓				✓			✓
Loại trừ chất hữu cơ độc hại			✓			✓					
Về mặt vận hành:											
Giảm số bước quy trình			✓	✓		✓					✓
Có khả năng tự động hóa	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	
Về mặt kinh tế:											
Chi phí vốn tương đối thấp	✓	✓	✓		✓		✓				
Chi phí vận hành tương đối thấp		✓				✓	✓				
Yêu cầu về mức độ kỹ năng vận hành tương đối thấp	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			

3.9 Tương lai của ngành công nghiệp hoàn tất kim loại

Cũng giống như các nước phát triển, Việt Nam sẽ tiếp tục có những biện pháp quản lý môi trường chặt chẽ hơn. Việc phát triển và ứng dụng những “công nghệ sạch” mới và mang tính đổi mới là một điều tiên quyết để đảm bảo nền công nghiệp sẽ không tạo nên những áp lực quá độ cho phép đối với môi trường.

Tại Mỹ, vấn đề về môi trường luôn là yếu tố được ưu tiên hàng đầu khi tiến hành nghiên cứu và phát triển công nghiệp. Các nhà cung cấp nguyên liệu đang hướng tới những công nghệ thay thế mới. Các chất thay thế cho xyanua, cadimi, và crôm+6 đang thu hút rất nhiều sự chú ý từ các doanh nghiệp.

Các tài liệu ở Mỹ cũng đã đoán định được trước những khuynh hướng phát triển mới của công nghệ sạch trong tương lai gần và cả tương lai xa.

Khuynh hướng trong tương lai gần: Sự phát triển của sơn tĩnh điện

Trong những năm sắp tới, sơn tĩnh điện sẽ trở thành một công nghệ phổ biến trong ngành hoàn tất kim loại. Công nghệ này đang ngày càng “lấn sân” thị trường sơn nước và cũng đã dần chiếm được thị trường sơn trang trí. Những cải tiến của sơn tĩnh điện và hệ thống phân phối đã mở ra những ứng dụng mới. Sự ưa chuộng của sơn tĩnh điện là do những ưu điểm về việc hạn chế phát thải và các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi VOC cùng với hiệu suất sử dụng nguyên liệu vượt trội.

Khuynh hướng trung hạn: Sự bùng nổ công nghệ kết tụ hơi hóa học và vật lý

Công nghệ kết tụ hơi là quy trình hoàn tất “khô” trong mạ kim loại. Có những công nghệ chuyển hóa các kim loại sang dạng hơi để đạt được lớp mạ kim loại cứng cho một vài chi tiết quan trọng trong quy trình. Những công nghệ này hiện tại chỉ thể được áp dụng trong những ứng dụng công nghệ cao, chuyên biệt. Tuy nhiên, sự phát triển trong tương lai và những yêu cầu về sản phẩm chất lượng cao hơn chắc chắn sẽ mang lại tiềm năng cho những công nghệ tạo ra vô cùng ít dòng thải này.

Khuynh hướng dài hạn: Công nghệ thế hệ tiếp theo

Những cải tiến trong ngành công nghệ vật liệu một ngày nào đó sẽ đưa đến một nền công nghiệp hoàn tất kim loại hoàn toàn mới, hoặc làm giảm nhu cầu về ngành này do ứng dụng của những vật liệu thay thế. Bốn công nghệ nổi bật cho khuynh hướng dài hạn là:

- Các bể dung dịch không chứa nước (ví dụ như cồn)
- Liên kết vật lý, trong đó các kim loại được kết tụ bằng các phương pháp vật lý, chứ không phải các phương pháp cơ điện
- “Công nghệ nano” sử dụng công nghệ laser để định vị kim loại trên bề mặt
- Các vật liệu thay thế như gốm hay nhựa, hạn chế được những nhu cầu về hoàn tất kim loại.

4 Phương pháp luận 6 bước đánh giá SXSH

Chương này giới thiệu chi tiết cách thức tiếp cận từng bước để tiến hành đánh giá sản xuất sạch hơn tại một nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại. Các phiếu công tác sẽ được cung cấp tại cuối mỗi nhiệm vụ nhằm hỗ trợ cho việc thu thập, phân tích và biên soạn dữ liệu. Mặc dù các phiếu công tác này được thiết kế riêng cho các nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại, nhưng vẫn chưa thể sát với từng điều kiện của từng doanh nghiệp cụ thể, và vì thế tùy thuộc vào quy trình và sản phẩm khác nhau cần điều chỉnh cho phù hợp.

Bên cạnh các phiếu công tác, chương này còn cung cấp ví dụ cụ thể về một nhà máy xử lý hoàn tất sản phẩm kim loại. Ví dụ này được xây dựng dựa trên nghiên cứu đánh giá SXSH đã được thực hiện tại các nhà máy khác nhau ở Việt Nam. Kèm theo những ví dụ, chương này cũng đưa ra những nhận xét về sự thoả đáng của các dữ liệu và phân tích đã tiến hành. Các nhận xét này sẽ giúp ích cho độc giả khi thu thập và phân tích dữ liệu cho các đánh giá SXSH tương lai.

Lý thuyết cơ bản sau mỗi đánh giá SXSH (CPA) là bất kỳ vật chất nào đi vào một nhà máy thì sẽ đi ra dưới dạng này hoặc dạng khác; Tuy nhiên, giả định căn bản được đưa ra là nguyên liệu được dự trữ sẽ không trải qua bất cứ sự thay đổi nào về dạng và về chất. Thực hiện CPA giúp phát hiện ra nguồn phát thải trong quy trình để từ đó có thể hạn chế các nguyên nhân và đồng thời chất lượng sản phẩm có thể cũng được nâng cao.

SXSH tại một nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại cần có sự tham gia của tất cả các khu vực sản xuất như đã liệt kê ở Chương 1, vì ở bất kỳ khu vực nào cũng có tiềm năng giảm thiểu phát thải. Ngoài ra, các giải pháp SXSH của mỗi khu vực sẽ có hiệu ứng liên đới và tương hỗ với các bộ phận khác. Vì thế, điều quan trọng là phải áp dụng phương pháp tiếp cận từng bước để phối hợp tất cả các bộ phận với nhau và đảm bảo thực hiện SXSH. Phương pháp tiếp cận cần phải có sự linh hoạt cần thiết để thích ứng với những tình huống bất ngờ. Phương pháp tiếp cận này cũng đảm bảo việc khai thác tối đa những cơ hội SXSH. Chương này sẽ luận bàn về một tiếp cận đặc trưng đã được thử nghiệm và kiểm chứng ở nhiều ngành công nghiệp tại Việt Nam.

Xí nghiệp Cơ khí Bình Minh, trực thuộc Ủy ban Nhân dân thành phố Thái Bình, đã thực hiện các nghiên cứu SXSH năm 2004. Sản xuất ổn định với các dòng sản phẩm mạ chính là các đai chổi sơn, khung con lăn sơn, ống lót và khóa móc để xuất khẩu và các phụ tùng xe máy cho Honda Việt Nam. Xí nghiệp có 200 cán bộ công nhân viên hoạt động với 2 phân xưởng cơ khí và mạ.

4.1 Bước 1: Khởi động

4.1.1 Nhiệm vụ 1: Thành lập nhóm

CPA sẽ đạt được hiệu quả cao nhất khi được thực hiện theo nhóm. Vì thế việc thành lập nhóm là một phần quan trọng khi lên kế hoạch triển khai CPA. Nhóm sẽ gồm các thành viên là nhân viên của doanh nghiệp, và được sự hỗ trợ thêm từ trung tâm sản xuất sạch hoặc chuyên gia tư vấn trong nước khi cần. Cần phải chú ý tạo mối quan hệ chặt chẽ giữa các thành viên thông qua các cuộc họp định kỳ. Chọn lựa thành phần của nhóm là một công việc hết sức quan trọng vì nếu làm không tốt thì nhóm có thể gặp phải những trở ngại từ nội bộ và cả từ bên ngoài (ví dụ từ phía các nhân viên và công nhân của doanh nghiệp).

Với các doanh nghiệp lớn, một nhóm có thể bao gồm trong đó một đội nòng cốt (gồm đại diện của các phòng ban khác nhau) và một số thành phần cho từng nhiệm vụ cụ thể. Với các doanh nghiệp vừa và nhỏ, nhóm có thể chỉ gồm chủ doanh nghiệp và một quản đốc - người giám sát các hoạt động hàng ngày. Nhóm này nên khởi xướng, điều phối và giám sát các hoạt động CPA. Ở các nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại quy mô lớn, một nhóm có thể gồm 8-10 thành viên, còn với các nhà máy nhỏ thì nhóm có thể chỉ cần từ 4-6 thành viên.

Để thực hiện có hiệu quả, về cơ bản, nhóm phải có đủ kiến thức để phân tích và rà soát thực hành sản xuất hiện tại của doanh nghiệp. Họ cần phải có óc sáng tạo để phát hiện, xây dựng và đánh giá những cải tiến trong thực hành sản xuất. Cuối cùng, họ phải có đủ năng lực triển khai những can thiệp khả thi về kinh tế.

Ở một nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại, nhóm này cần phải gồm nhân sự của các bộ phận: lãnh đạo, kế toán/cung ứng, các dây chuyền tiền xử lý và mạ, các khu vực phụ trợ, và bảo dưỡng. Tùy vào nhu cầu cụ thể, nhà máy có thể mời các chuyên gia bên ngoài tham gia vào thành phần của nhóm.

Nhóm SXSH trước hết cần phải lên kế hoạch công việc và các vấn đề về tổ chức cần thiết để đảm bảo sẽ có các dữ liệu hoặc các thông tin cần thiết trong nhiều giai đoạn đánh giá. Đến cuối quá trình đánh giá, nhóm cần phải thu thập được các thông tin chung về nhà máy. Phiếu công tác 1 sẽ hỗ trợ việc thu thập và tổng hợp thông tin.

PHIẾU CÔNG TÁC 1: Thông tin chung

PHIẾU CÔNG TÁC 1			
Tên và địa chỉ công ty			
NHÓM SXSH	Tên	Chức vụ	Bộ phận
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Thông tin cơ bản về công ty và đặc điểm sản xuất			
<i>Các quy trình chính</i>		<i>Có/Không</i>	<i>Diện tích mạ, m² / năm</i>
Mạ điện:			
Nickel			
Crôm			
Thiếc			
Khác			
Anốt hóa			
Phốt phát hóa			
Mạ nhúng nóng			
Sơn tĩnh điện			
Sơn nước			
Khác			
Các đầu vào sử dụng			
TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ NĂNG LƯỢNG		Lượng	tấn/năm
	Nước mua	<i>m³/năm</i>	Axit sunfuric
	Nước giếng khoan	<i>m³/năm</i>	Dung môi tẩy dầu mỡ
	Điện mua	<i>kwh/năm</i>	Muối Niken
	Điện phát	<i>kwh/năm</i>	Muối Crôm
	Than đá	<i>t/năm</i>	Kẽm
	Dầu đốt cho lò hơi	<i>t/năm</i>	HCl
	Dầu đốt để phát điện	<i>t/năm</i>	Axit photphoric
THIẾT BỊ PHỤ TRỢ		Công suất danh định	HÓA CHẤT
	Nồi hơi		Sơn
	Máy nén		Muối xyanua
	Thiết bị sinh khí nóng		Khác

PHIẾU CÔNG TÁC 1 (Ví dụ xuyên suốt)					
Tên và địa chỉ công ty		Xí nghiệp Cơ khí Bình Minh, phường Tiền Phong, thị xã Thái bình, tỉnh Thái Bình			
NHÓM SXSH	Họ và Tên	Chức vụ	Vai trò		
1	Đỗ Thị Ngo	Phó Giám đốc Kỹ thuật	Đội trưởng		
2	Đào Duy Tùng	Trưởng phòng kế hoạch	Thành viên		
3	Đoàn Ngọc Hưng	Phó phòng tài vụ	Thành viên		
4	Ngô Duy Chúc	Trưởng phòng kỹ thuật	Thành viên		
5	Bùi Kỳ Lân	Quản đốc phân xưởng mạ	Thành viên		
6	Hà Văn Hiện	Quản đốc phân xưởng cơ khí	Thành viên		
7	Phạm Công Ngữ	KT Ca mạ Ni-Cr	Thành viên		
8	Phạm Văn Phi	KT Ca mạ Ni-Cr	Thành viên		
9	Hà Văn Hiến	KT ca mạ Kẽm-Amôn	Thành viên		
10	Vũ Bá Du	Thợ điện	Thành viên		
Thông tin cơ bản về công ty và sản xuất (1999)					
<i>Quy trình chính</i>					
Mạ điện		Có/Không	Diện tích mạ, m²/năm	Sản phẩm	
	Niken	Có	Không áp	Đại chổi sơn	
	Crôm	Có	dùng	Khung con lăn sơn tường	
	Kẽm-amon	Có	(xem	Phụ tùng xe máy	
	Khác		bảng	Cần số xe máy	
	Anốt hóa	Không	dưới)		
	Photphat hóa	Không			
	Mạ nhúng nóng	Không			
	Sơn tĩnh	Không			
	Sơn nước	Không			
	Khác	Không			
Các đầu vào sử dụng					
NƯỚC VÀ NĂNG LƯỢNG	Nước mua	m ³ /năm	Số lượng 2,385,000	HÓA CHẤT	Axit sunfuric
	Nước giếngkhoan	m ³ /năm	không áp dụng		Dung môi tẩy dầu mỡ
	Điện mua	kwh/năm	8,735,500		Muối Niken
	Điện phát	kwh/năm	không áp dụng		Muối Crôm
	Than đá	t/năm	8,211		Kẽm
	Dầu đốt lò hơi	t/năm	1,065		HCL
	Dầu phát điện	t/năm	không áp dụng		Axit photphoric
CÁC THIẾT BỊ PHỤ TRỢ	Công suất danh định				Sơn
	Nồi hơi				Muối xyanua
	Máy nén				Khác
	Thiết bị sinh khí nóng				
<i>Bảng số liệu tiêu thụ đầu vào thép và hóa chất</i>					
STT	Đầu vào	Đơn vị SP	Tiêu thụ năm 2002	Tiêu thụ 6 tháng đầu năm 2003	Tiêu thụ tháng 8/2003
1	Thép	kg/sản phẩm	0.3	0,299	0,3
2	Hóa chất				
	- A-xít Sulphuric	kg/sản phẩm	0.0018	0.0027	0.003
	- Nickel sulphate	kg/sản phẩm	0.0049	0.0057	0.0052

NHẬN XÉT: Nhóm được thành lập càng lớn thì việc tổng hợp số liệu và sự phối hợp giữa các thành viên trong nhóm ở những giai đoạn tiếp theo sẽ ngày càng khó khăn. Hơn thế nữa việc tập hợp đầy đủ các thành viên trong các cuộc họp cũng gặp những khó khăn nhất định.

Do hệ thống hồ sơ của nhà máy, số liệu về sản phẩm chỉ có ở dạng số sản phẩm từng loại mà chưa quy về diện tích mạ/năm. Nên khi lập số liệu nền về suất tiêu hao đầu vào, đội sẽ phải bóc tách số liệu đó cho từng chủng loại sản phẩm.

Một số dữ liệu của nhà máy không sẵn có, vì thế các thành viên của nhóm cần thu thập và điền vào các thông tin còn thiếu.

Một đánh giá SXSH sẽ yêu cầu phải có một lượng tài liệu và thông tin nhất định. Nếu chưa có những yếu tố này thì sẽ phải xây dựng và cập nhật. Phiếu công tác 2 sẽ giúp đánh giá mức độ sẵn có của thông tin.

PHIẾU CÔNG TÁC 2: Tính sẵn có của thông tin

THÔNG TIN	TÍNH SẴN CÓ	NGUỒN VÀ CÁCH TIẾP CẬN	GHI CHÚ
Sơ đồ nhà máy			
Phiếu theo dõi sản xuất			
Phiếu theo dõi sử dụng nguyên liệu			
Phiếu theo dõi sử dụng tài nguyên			
Sơ đồ mô tả quy trình			
Cân bằng vật liệu			
Cân bằng năng lượng			
Cân bằng nước			
Hồ sơ phế phẩm và chất lượng			
Phiếu theo dõi bảo dưỡng			
Phân tích chất thải			
Các thông tin khác Cân bằng Niken Cân bằng Crôm Cân bằng Kẽm Các kết quả kiểm tra hiệu suất nồi hơi Kiểm tra rò rỉ khí nén Khảo sát cách nhiệt đường ống hơi Hiệu suất trạm xử lý dòng thải			

Phiếu công tác 2: Tính sẵn có của thông tin (Ví dụ xuyên suốt)

THÔNG TIN	TÍNH SẴN CÓ	NGUỒN VÀ TIẾP CẬN	GHI CHÚ
Sơ đồ nhà máy	Không có		Có thể vẽ được
Phiếu theo dõi sản xuất	Có		
Phiếu theo dõi sử dụng nguyên liệu	Có	Sẽ thu thập từ nhiều bộ phận khác nhau	Khó tổng hợp
Phiếu theo dõi sử dụng tài nguyên	Có	Sẽ thu thập từ nhiều bộ phận khác nhau	Khó tổng hợp
Sơ đồ mô tả quy trình	Có		
Cân bằng vật liệu	Không có		
Cân bằng năng lượng	Không có		
Cân bằng nước	Không có		
Hồ sơ phế phẩm và chất lượng	Không có		
Phiếu theo dõi bảo dưỡng	Có		
Phân tích chất thải	Không có		

Nhận xét: Dữ liệu sẵn có rất không khớp nhau và vì thế hầu hết dữ liệu cần phải được thu thập. Dữ liệu chưa có cần phải được các thành viên của nhóm tổng hợp.

4.1.2 Nhiệm vụ 2: Các bước quy trình & nhận diện các dòng thải

Khi đã có thông tin chung về nhà máy, nhóm SXSH phải liệt kê tất cả các bước chính trong quy trình chính (ví dụ mạ niken, mạ crôm, sơn tĩnh điện, ...) và các khu vực phụ trợ. Nhóm SXSH cần phải tiến hành một cuộc khảo sát thực địa.

Khảo sát thực địa là một kỹ thuật đơn lẻ hiệu quả nhất để có được thông tin ban đầu về hoạt động sản xuất trong một thời gian ngắn. Nhóm SXSH không nên tiến hành khảo sát thực địa khi đang dừng sản xuất (như vào cuối tuần hay trong chu kỳ sản xuất ít, hoặc trong các ca đêm). Nhóm nên bắt đầu khảo sát từ khu vực tiếp nhận nguyên liệu và kết thúc ở bộ phận có liên quan đến thành phẩm. Khảo sát thực địa cũng cần phải tiến hành ở cả các khu vực phụ trợ như nồi hơi, máy phát điện, bể chứa nhiên liệu, trạm bơm, các trạm làm lạnh, trạm xử lý nước thô, trạm xử lý nước thải, v.v... Khảo sát thực địa không phải nhằm mục đích tìm ra lỗi mà là để hiểu thấu đáo các dòng nguyên liệu và năng lượng, và để phát kiến các ý tưởng nâng cao hiệu quả, tăng lợi nhuận và cải tiến môi trường tổng thể. Tiến hành khảo sát thực địa cũng là một cơ hội để “kết bạn” nhằm có thêm các mối liên hệ và xây dựng quan hệ hợp tác tiềm năng trong tương lai. Vì vậy, người thực hiện không được phê phán mà phải tỏ thái độ xây dựng và đưa ra các gợi ý cải tiến.

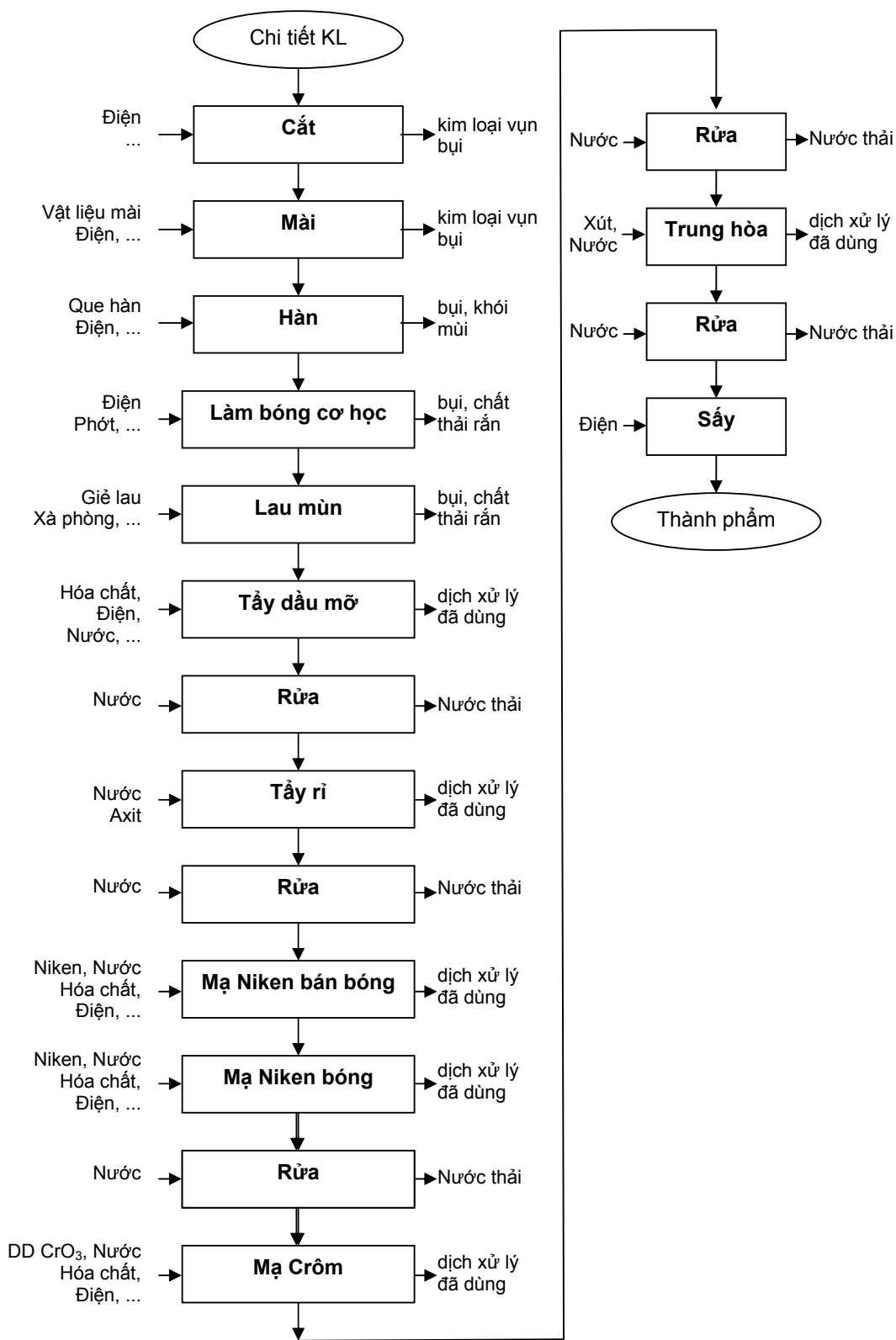
Nhóm SXSH khi nghiên cứu lần đầu tiên tại khu vực sản xuất cần phải xác định được đầu vào và đầu ra của các bước quy trình. Các khu vực phát thải chủ yếu và rõ ràng cần phải được ghi chép lại như gợi ý trong phiếu công tác 3. Việc ghi chú các dòng thải theo trạng thái vật lý của chúng (rắn, lỏng, khí) sẽ giúp ích trong bước định lượng phát thải tiếp sau. Nếu có thể thì nhóm nên xác định và ghi chép lại những nguyên nhân phát sinh chất thải.

Trong một nhà máy xử lý hoàn tất kim loại, việc quản lý nội vi kém là một trong những yếu tố chính dẫn đến phát thải ở mức cao. Tuy nhiên, ở rất nhiều nhà máy, vấn đề này hầu như bị lãng quên. Ngoài ra, đây cũng chính là bước khởi đầu đơn giản và hấp dẫn nhất đối với SXSH. Trong khi tiến hành nghiên cứu lần đầu tiên tại khu vực sản xuất, nhóm SXSH nên hết sức chú ý các khu vực thực hiện không hữu hiệu công tác quản lý nội vi.

Phiếu công tác 4 có thể dùng để ghi chép lại tình trạng quản lý nội vi của từng bộ phận. Một số vấn đề thường gặp trong vấn đề quản lý nội vi ở các nhà máy xử lý hoàn tất kim loại được thể hiện trong phiếu công tác này. Tuy nhiên nội dung của phiếu vẫn chưa thể coi là đầy đủ vì còn phụ thuộc vào tình trạng của từng nhà máy và nhóm SXSH cần phải dựa vào đó mà xây dựng thêm để đảm bảo yêu cầu công việc.

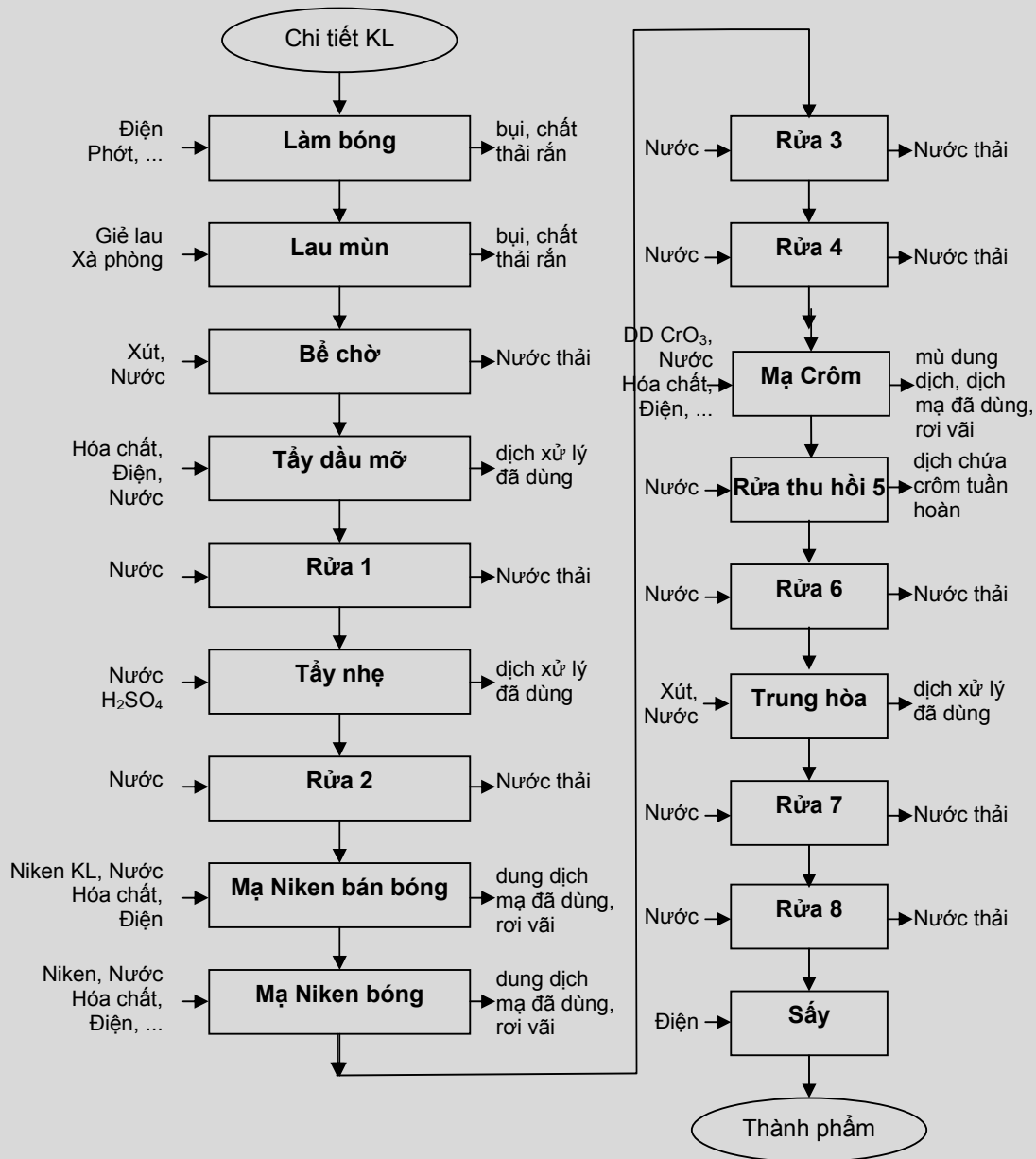
Sau khi đã ghi chép lại thực trạng quản lý nội vi, các số liệu về chi phí cơ bản cần phải được ghi chép lại vào phiếu công tác 5. Ở bước này, chỉ cần thu thập thông tin về chi phí nguyên liệu đầu vào là đủ. Đây là những thông tin này có thể dễ dàng thu được từ các kho hoặc phòng mua vật tư.

PHIẾU CÔNG TÁC 3: Các bước quy trình chính



Phiếu công tác 3: Các bước quy trình với dòng thải (ví dụ xuyên suốt)

Sơ đồ dây chuyền mạ cần số xe máy (Ni-Ni-Cr)



Nhận xét:

Trong thực tế, tại giai đoạn này, nhóm SXSH đã xác định rằng dây chuyền mạ cần số xe máy sẽ là trong tâm đánh giá tại thời điểm đó do có đây là dòng sản phẩm có giá trị cao, tiêu thụ nguyên vật liệu đắt tiền, có các loại chất thải độc hại. Vì thế, từ bước này trở đi, nhóm SXSH chỉ tiến hành các đánh giá SXSH đối với dây chuyền mạ Ni-Ni-Cr cho sản phẩm cần số xe máy. Tuy nhiên, vấn đề quản lý nội vi đã được xác định cho toàn nhà máy. Đây cũng chính là sơ đồ dùng trong ví dụ xuyên suốt cho nhiệm vụ 3 (phần 4.2.1).

PHIẾU CÔNG TÁC 4: Hiện trạng quản lý nội vi

Khu vực	Các quan sát liên quan đến quản lý nội vi
Phân xưởng mạ	<ul style="list-style-type: none"> Bố trí các bể xử lý không hợp lý Các vòi nước để chảy khi không cần thiết Tràn bể Thời gian chờ ráo dung dịch khi di chuyển chi tiết kim loại từ bể này sang bể khác chưa đủ Chất lượng khâu làm sạch chưa bảo đảm Các vấn đề khác
Khu vực phụ trợ	<ul style="list-style-type: none"> Rò khí nén từ bình chứa khí nén Vị trí của van gió trong đường ống khói lò hơi chưa phù hợp các đoạn khủy, mặt bích và đường ống thu hồi nước ngưng chưa được bảo ôn Các vấn đề khác

Có rất nhiều giải pháp không cần phải trải qua phân tích kỹ lưỡng để có thể nhận diện được. Thường việc duy nhất cần làm là khảo sát toàn nhà máy, để ý và chuẩn bị sẵn các câu hỏi tại sao trước một số thực hành sản xuất nào đó hoặc tại sao một số tình trạng nào đó lại tồn tại. Việc mời một chuyên gia bên ngoài tới khảo sát luôn có một ý nghĩa tích cực vì người này có thể đưa ra được một cách nhìn mới về hoạt động hiện tại của nhà máy.

Một trong những bài học kinh nghiệm từ trường hợp này là “Đừng bỏ qua những sự việc tưởng như hiển nhiên”. Rất nhiều các giải pháp SXSH đã được tìm ra một cách dễ dàng, và việc triển khai các giải pháp này ở ngay giai đoạn đầu tạo động lực mạnh mẽ cho đánh giá sau này.

Phiếu công tác 4: Tình trạng quản lý nội vi (Ví dụ xuyên suốt)	
Khu vực	Các quan sát liên quan đến quản lý nội vi
Dây chuyền mạ cần số xe máy	<ul style="list-style-type: none"> Bố trí các bể xử lý không hợp lý Các vòi nước để chảy khi không cần thiết Tràn bể Thời gian chờ ráo dung dịch khi di chuyển chi tiết kim loại từ bể này sang bể khác chưa đủ Chất lượng khâu làm sạch chưa bảo đảm
Khu vực phụ trợ	<ul style="list-style-type: none"> Rò khí nén từ bình chứa khí nén Vị trí của van gió trong đường ống khói lò hơi chưa phù hợp các đoạn khủy, mặt bích và đường ống thu hồi nước ngưng chưa được bảo ôn

PHIẾU CÔNG TÁC 5: Chi phí nguyên liệu đầu vào

Bộ phận/ hóa chất đầu vào	Chi phí/ Tấn	Tiêu thụ hàng năm	Tiêu thụ/đơn vị sản phẩm	Chi phí/ đơn vị sản phẩm
Hóa chất A-xít Sulphuric Nickel sulphate Nickel clorua A-xít Boric Soda kiềm Chromic Saccharine Tubos Crom Bat I Crom Bat II P1060 Chất tạo bọt Khác				
Khu vực phụ trợ Nước mua Nước giếng khoan Than FO cho lò hơi FO cho bộ phát Diesel Hơi tạo ra Điện mua Điện phát Hóa chất làm mềm nước Khác				

Phiếu công tác 5: Chi phí nguyên nhiên liệu (Ví dụ xuyên suốt)					
TT	Đầu vào	Đơn vị	Tiêu hao năm 2002	Đơn vị	Suất tiêu hao năm 2002
1	Thép	kg	54.200	kg/SP	0,3
2	Hóa chất	kg		kg/SP	
	- Sulphuric Acid	kg	326,4	kg/SP	0,0018
	- Nickel sulphate	kg	900	kg/SP	0,0049
	- Nickel chloride	kg	475	kg/SP	0,0026
	- Boric Acid	kg	375	kg/SP	0,002
	- Caustic soda	kg	426	kg/SP	0,0023
	- Chromic	kg	350	kg/SP	0,0019
	- Saccharine	kg	50	kg/SP	0,00027
	- Tubos	lít	145	kg/SP	0,0008
	- Crom Bat I	lít	-	kg/SP	-
	- Crom Bat II	lít	-	kg/SP	-
	- P1060	kg	150	kg/SP	0,0008
	- Foaming	kg	7,5	kg/SP	0,00004
3	Điện cực Niken	kg	639,2	kg/SP	0,0035
4	Điện	KWh	19.185	kWh/SP	0,106
5	Nước	m ³	1.560	m ³ /SP	0,0086

Nhận xét: Đội SXSH đã không thể thu thập được số liệu một cách chi tiết hơn trong đánh giá SXSH này. Số liệu về chi phí không tập hợp được, vì thế sẽ khó khăn khi phân tích chi phí một cách chính xác.

4.2 Bước 2: Phân tích các công đoạn

4.2.1 Nhiệm vụ 3: Chuẩn bị sơ đồ quy trình

Việc chuẩn bị sơ đồ quy trình là bước quan trọng trong đánh giá SXSH. Để xây dựng được một sơ đồ quy trình có hiệu quả nhất, nhóm SXSH nên bắt đầu từ việc lên danh sách các công đoạn vận hành quan trọng, từ khâu tiếp nhận nguyên liệu thô tới công đoạn lưu kho/ bàn giao thành phẩm. Tiếp theo, mỗi công đoạn này có thể biểu diễn bằng một sơ đồ khối cho biết các bước chi tiết với những đầu vào và đầu ra tương ứng. Bằng việc kết nối các biểu đồ khối của các công đoạn vận hành đơn lẻ này thì sẽ xây dựng được một lưu đồ mô tả quy trình sản xuất. Đôi khi, cách tốt nhất để xây dựng và củng cố một lưu đồ quy trình là thực hiện một số các cuộc khảo sát thực địa. Khi chuẩn bị lưu đồ quy trình thì nhóm SXSH cần chú ý một số điểm sau:

- Sử dụng các hình hộp để thể hiện công đoạn vận hành. Với mỗi khối, viết tên của công đoạn và tất cả các điều kiện vận hành đặc biệt cần phải chú ý; v.d: với công đoạn nấu, có thể cần ghi rõ nhiệt độ 180° C và áp suất 1,2 at.
- Thể hiện tất cả các đầu vào và đầu ra ở từng khối, chỉ rõ các nguyên liệu thô chính, sản phẩm trung gian và thành phẩm, nước và hơi (nếu có thể), nước thải, phát thải khí và chất thải rắn.
- Lưu đồ quy trình cần phải sử dụng nhiều loại biểu tượng khác nhau để thêm thông tin về quy trình. Ví dụ, nêu rõ vận hành theo mẻ hay liên tục. Đồng thời có thể sử dụng các vạch liền hoặc vạch đứt để thể hiện sự phát thải thuộc loại liên tục hay không liên tục.
- Cần phải hết sức chú ý quan sát các hoạt động liên quan đến khởi động, tắt máy và bảo dưỡng; các thay đổi liên quan đến sản phẩm hoặc sản xuất thời vụ, v.v... Điều này có thể được thực hiện một cách hiệu quả nhất khi chuẩn bị riêng một lưu đồ thể hiện một quy trình hoặc công đoạn được vận hành theo một điều kiện đặc biệt.

Một lưu đồ thể hiện quy trình cần phải liệt kê và, nếu có thể, phải nêu được các đặc điểm của dòng vào và dòng ra. Cần phải đặc biệt quan tâm đến các dòng tuần hoàn. Mặc dù có thể xây dựng các lưu đồ quy trình cho toàn bộ nhà máy, nhưng ở bước này ta chưa cần làm điều đó mà chỉ cần phân tích những công đoạn hoặc bộ phận lãng phí nhất - tức là có nhiều tiềm năng SXSH nhất. ***Hay nói cách khác, để đạt hiệu quả cao nhất, ta nên xác định khu vực trọng tâm căn cứ vào thông tin thu thập được và khảo sát thực địa đã được thực hiện.***

4.2.2 Nhiệm vụ 4: Cân bằng vật liệu, năng lượng và cấu tử

Sau khi đã lập sơ đồ quy trình công nghệ, bước quan trọng nhất là tiến hành cân bằng vật liệu cho công đoạn được chọn. Cân bằng vật liệu và năng lượng (M&E) là một công cụ kiểm kê căn bản cho phép theo dõi định lượng đầu vào và đầu ra về vật liệu và năng lượng. Nền tảng của cân bằng vật liệu là sơ đồ quy trình công nghệ. Một hoạt động quan trọng trong cân bằng M&E là kiểm tra rằng “cái gì đi vào đều sẽ phải đi ra ở nơi nào đó”. Vì vậy tất cả các đầu vào đều có những đầu ra tương ứng. Cân bằng vật liệu và năng lượng có ý nghĩa quan trọng đối với các đánh giá SXSH vì sẽ giúp cho việc xác định và định lượng những thất thoát và phát thải mà trước đó không phát hiện được. Các phép cân bằng này cũng hữu dụng cho việc giám sát các tiến bộ đạt được từ chương trình SXSH và đánh giá chi phí cũng như lợi ích của chương trình này. Mặc dù ta không thể đặt ra những hướng dẫn đầy đủ để xây dựng cân bằng vật liệu và năng lượng, nhưng một số chỉ số vẫn có thể có ích.

Cân bằng vật liệu: Dưới đây là các thành tố đặc biệt của phép cân bằng vật liệu:

- Trước tiên, thiết lập bảng cân bằng vật liệu đối với tất cả các công đoạn chính trong nhà máy; ví dụ như xử lý bề mặt, rửa, mạ, ...
- Tiếp đến, tinh chỉnh lại bảng cân bằng nguyên liệu cho các bước quy trình trong dây chuyền được chọn làm trọng tâm đánh giá SXSH;
- Trong ngành xử lý hoàn tất kim loại, cần chú ý đến nước, một số loại hóa chất quan trọng

Phiếu công tác 6 có thể giúp thực hiện cân trọng vật liệu.

PHIẾU CÔNG TÁC 6: Cân bằng nguyên liệu

Quy trình	Nguyên liệu đầu vào		Số lượng nguyên liệu đầu ra	Dòng thải	
	Tên	Số lượng		Dòng thải	Rắn
Tẩy dầu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nước ➤ Hóa chất ➤ Hơi nước ➤ Các hóa chất khác 				
Rửa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nước ➤ Hơi nước 				
Tẩy gỉ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nước ➤ Hơi nước ➤ NaOH ➤ Hóa chất khác 				
Rửa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nước ➤ Hơi nước 				
Mạ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nước ➤ Hơi nước ➤ H₂O₂ ➤ Các hóa chất khác 				
Rửa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nước 				
Trung hòa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hóa chất ➤ Nước 				
Rửa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nước 				

Phiếu công tác 6: Cân bằng nguyên liệu (Ví dụ xuyên suốt)							
STT	Hoạt động	Nguyên liệu đầu vào		Nguyên liệu ra		Dòng thải	
		Tên	Khối lượng	Tên	Khối lượng	Tên	Khối lượng
1	Lau mùn	- Cần số bán thành phẩm - Giẻ lau	1000 chiếc 0,15 kg	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	- Giẻ bẩn - Bùn	0,15 kg
2	Tẩy gỉ V= 450l	- Cần số bán thành phẩm - Soda - Nước	1000 chiếc 0,15 kg 1,5 lít	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	10% dung dịch soda	1,5 lít
3	Tẩy mỡ bằng điện hóa V= 450l	- Cần số bán thành phẩm - Hóa chất - Nước	1000 chiếc 0,96 kg 16 lít	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	Dung dịch tẩy điện hóa	17 lít
4	Rửa 1	- Cần số bán thành phẩm - Nước	1000 chiếc	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	Nước thải có chứa hóa chất	
5	Làm sạch trung tính	- Cần số bán thành phẩm - H ₂ SO ₄ - Nước	1000 chiếc 1 lít 19 lít	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	5% dung dịch làm sạch trung tính có chứa hóa chất và các kim loại nặng	20 lít
6	Rửa 2	- Cần số bán thành phẩm - nước	1000 chiếc	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	Nước thải có chứa a-xít	Chảy tràn, không định lượng được
7	Mạ Nickel bán bóng <i>Bồn dung tích: V=2000</i>	- Cần số bán thành phẩm - Hóa chất: + NiSO ₄ (250g/l) + NiCl ₂ (60 g/l) + H ₃ BO ₃ (40 g/l) - kim loại Nickel - Nước	1000 chiếc 2,6 kg 1,15 kg 1 kg	Các trục li hợp cần mạ Ni NiSO ₄ NiCl ₂ H ₃ BO ₃ kim loại Nickel Nước	1000 chiếc 2,37 kg 1,1 kg 0,9 kg	Dung dịch mạ bị nổ bắn ra ngoài NiSO ₄ NiCl ₂ H ₃ BO ₃	1 lít 0,25 kg 0,06 kg 0,04 kg
8	Mạ Ni bóng <i>Bể dung tích: V=1800</i>	- Cần số bán thành phẩm - Các hóa chất: + NiSO ₄ (300g/l) + NiCl ₂ (60 g/l) + H ₃ BO ₃ (40 g/l) - Nickel - Nước	1000 chiếc 2,6 kg 1,15 kg 1 kg	Các trục ly hợp cần mạ NiSO ₄ NiCl ₂ H ₃ BO ₃ Nickel Nước	1000 chiếc 2,02 kg 1,04 kg 0,86kg	Hơi nước	2 lít 0,5 kg 0,12 kg 0,08 kg 20 lít

9	Rửa 3 V=280l	- Cần số bán thành phẩm - Nước	1000 chiếc	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	Nước thải có chứa Ni ²⁺ (30 mg/l), Cr ⁶⁺ (420 mg/l)	Không xác định được
10	Rửa 4 V=30l	- Cần số bán thành phẩm - Nước	1000 chiếc	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	Nước thải có chứa Ni ²⁺ (4,5mg/l), Cr ⁶⁺ (5,5 mg/l)	Không xác định được
11	Mạ C-rôm V=900l	- Cần số bán thành phẩm - Các hóa chất: + CrO ₃ (300g/l) - Nước	1000 chiếc 2 kg	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	+ Dung dịch mạ nỏ bán có chứa: CrO ₃ ⁻ +Hơi nước có chứa hóa chất	4 lít 1,2kg 1,6 lít
12	Rửa 5	- Cần số bán thành phẩm - Nước	1000 chiếc	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	Dung dịch nỏ bán	1,5 lít
13	Rửa 6 V=280l	- Cần số bán thành phẩm - Nước	1000 chiếc	Cần số bán thành phẩm	1000 chiếc	Nước thải có chứa Ni ²⁺ (30 mg/l), Cr ⁶⁺ (420 mg/l)	Chảy tràn
14	Trung hòa V=20 l	- Cần số bán thành phẩm - Nước - Soda	1000 chiếc 0,67 kg 10 lít	Chiếc bán thành phẩm	1000 chiếc	Dung dịch trung tính hóa bán ra ngoài 6,2%: - Cr ⁶⁺ 20,5mg/l - Ni ²⁺ 25,8 mg/l	10,67 lít chứa: 0,000218kg 0,000275 kg
15	Rửa 7 V= 30 l	- Cần số bán thành phẩm - Nước	1000 chiếc	Chiếc bán thành phẩm	1000 chiếc	Nước thải có chứa soda, Ni ²⁺ (6,4 mg/l), Cr ⁶⁺ (5,8 mg/l)	Không xác định
16	Rửa 8 V= 50 l	- Cần số bán thành phẩm - Nước	1000 chiếc	Chiếc bán thành phẩm	1000 chiếc	Nước thải có chứa các hóa chất: Ni ²⁺ (2,2 mg/l), Cr ⁶⁺ (3,5 mg/l)	Không xác định
17	Sấy	- Cần số cần mạ - điện - nhiệt	1000 chiếc 7 KW 80-100°C	Thành phẩm	1000 chiếc	Hơi nước, nhiệt	Không xác định
<p>Công đoạn Rửa 3 sau khi mạ Ni bóng và rửa 6 sau khi mạ crôm được thực hiện trong cùng một bể, vì thế nước thải từ bể này có chứa Ni, Cr, và các hóa chất có trong hai bể trước đó.</p>							

Cân bằng năng lượng: Tiến hành một phép cân bằng năng lượng là một công việc phức tạp hơn cân bằng nguyên liệu. Nguyên nhân là có thể truy tìm nguyên liệu đầu vào cho một hoạt động thông qua các đầu ra định lượng và có thể quan sát được, còn đối với các dòng năng lượng thì không phải lúc nào ta cũng có thể làm được điều này. Mặc dù đối với các dòng năng lượng, ta vẫn áp dụng chung một nguyên lý cơ bản (lượng năng lượng ‘vào’ phải bằng lượng năng lượng ‘ra’), nhưng các dòng năng lượng đầu ra thường khó nhận biết hơn so với các nguyên liệu đầu ra. Vì thế, việc nhận diện và đánh giá các dòng tổn thất năng lượng ẩn và mức độ không hiệu quả trong sử dụng năng lượng là một phần việc khó khăn hơn rất nhiều. Điều này đặc biệt đúng đối với các trường hợp các thiết bị sử dụng điện như máy bơm, máy nén khí, v.v... khi năng lượng đầu vào ở dưới dạng điện năng và có thể dễ dàng đo được, nhưng mức độ hiệu quả khi chuyển đổi sang đầu ra hữu ích (nước được bơm, khí được nén, v.v...) lại không thể định lượng trực tiếp được. Sau đây là những ví dụ về các trường hợp điển hình khi nếu chỉ xem xét các dòng năng lượng hữu hình thì có thể sẽ bỏ sót các tổn thất năng lượng ở đầu ra:

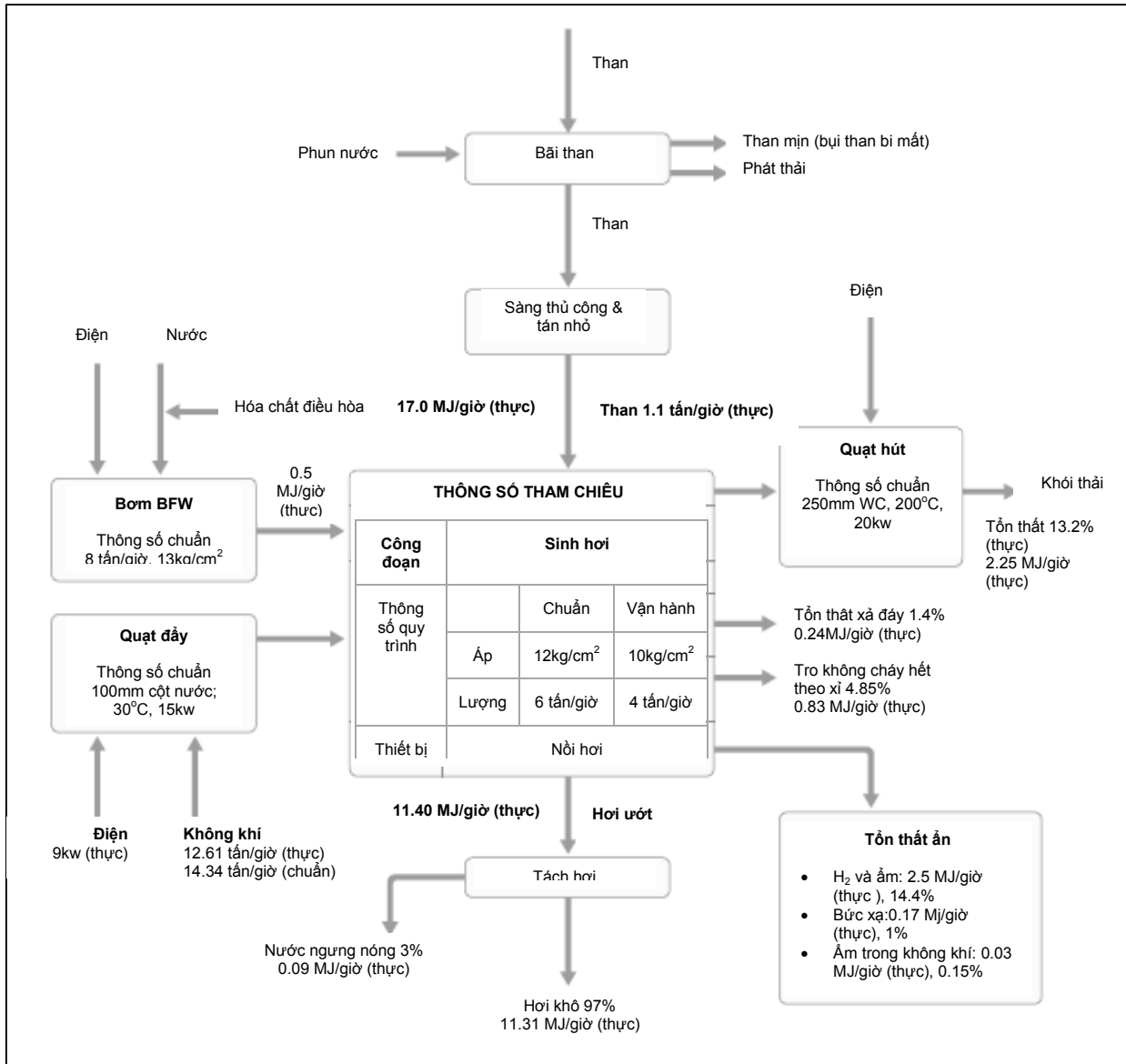
- Tổn thất do vận hành không đủ tải đối với thiết bị sử dụng điện.
- Tổn thất do vận hành không tải (hiệu quả thấp) các thiết bị sử dụng điện.
- Tổn thất do điện trở đối với dòng chảy (điện trở cao nhưng có thể tránh được ở các dây dẫn điện và các đường ống dẫn chất lỏng)
- Tổn thất năng lượng do thiết bị xuống cấp (bánh công tác của bơm, vòng đệm của bơm, v.v... xuống cấp sẽ làm tăng tiêu hao).

Để xác định được chắc chắn đầu ra (cả dạng nhận biết được và không nhận biết được) từ hệ thống năng lượng, trong đánh giá SXSH cần phải đánh giá/quan trắc một số thông số khác bên cạnh thông số thiết yếu – như nhiệt độ, dòng chảy, độ ẩm, độ đặc, phần trăm thành phần, v.v... Các thông số cần phải được đánh giá/quan trắc bổ sung có thể là: kW (kilowatt điện đầu vào); kV (kilovolts—điện thế vào); I (amperes—dòng điện); PF (hệ số công suất của thiết bị điện cảm ứng); Hz (tần số dòng điện xoay chiều); N (số vòng/phút hoặc tốc độ quay của thiết bị); P (áp suất các dòng chất lỏng/khí); DP (sụt áp trong các dòng chất lỏng và khí đầu vào/ra); Lux (độ rọi); GCV, NCV (giá trị calo tổng thể và ròng của nhiên liệu); v.v...

Trong thực tế có thể không thực hiện được phép cân bằng năng lượng chính xác và đúng hoàn toàn, nhưng các thiết bị phụ trợ như nồi hơi, lò, thiết bị hóa hơi, v.v... bằng cân bằng năng lượng sẽ có ích trong việc xác định và ước lượng tổn thất năng lượng ở các thiết bị và từ các hệ thống đó. Phiếu công tác 7 là một bảng cân bằng năng lượng được thực hiện đối với một xưởng lò hơi.

Cân bằng cấu tử: Với một nhà máy hoàn tất kim loại phép cân bằng cấu tử chủ yếu có liên quan đến các kim loại nặng như nickel, crôm hoặc kẽm bị thất thoát từ các bề mặt chính trong khi vận chuyển các cấu tử từ bể mạ và bị kéo theo ra các bể rửa. Phiếu công tác 8 sẽ giúp thực hiện cân bằng cấu tử kim loại mong muốn tương ứng.

PHIẾU CÔNG TÁC 7: Cân bằng năng lượng cho lò hơi



Phiếu công tác 7: Cân bằng năng lượng (ví dụ xuyên suốt)

Hầu hết các nhà máy ở Việt Nam đều quan tâm tới việc thực hiện cân bằng năng lượng và nghiên cứu kiểm toán. Tuy nhiên, vì đây là một công việc khó khăn nếu muốn đạt tới một cân bằng năng lượng hoàn chỉnh cho toàn bộ quá trình sản xuất, nên các công ty đều thực hiện các cân bằng năng lượng nhỏ trên cơ sở cấu tử, ví dụ: quay vòng nước ngưng, v.v... để tìm ra các lựa chọn SXSH. Cho tới nay, chưa có một cân bằng năng lượng chi tiết nào được thực hiện.

PHIẾU CÔNG TÁC 8: Cân bằng cấu tử

Đơn vị hoạt động	Kim loại (mg/l) = A	Thể tích của nước rửa tính theo lít = B	Tổng lượng kim loại ra = A*B	Kim loại mất	Ghi chú
Mạ					
Rửa					
Rửa					

Phiếu công tác 8: Cân bằng cấu tử (Ví dụ xuyên suốt)

** Cân bằng nguyên liệu Nickel:*

Lượng tiêu thụ NiSO₄, và NiCl₂ trung bình tương ứng là 0,005 kg/sản phẩm; 0,0023 kg/sản phẩm; và 0,002 kg/sản phẩm. Sức chứa của bể mạ Ni bán sáng (half-bright) là 2000l, và mạ Ni sáng là 1800l. Cả hai bể đều được pha cùng một lượng hóa chất. Hàm lượng hóa chất trong các bể này được xem là ổn định: NiSO₄ trong bể Ni bán sáng là 250g/l, trong bể Ni sáng là 300 g/l; NiCl₂ 60 g/l; H₃BO₃ 40 g/l.

Lượng dung dịch tràn ra từ bể Ni bán sáng trên 1000 sản phẩm (trong một ca làm việc 8 giờ) là khoảng 1 lít; Lượng dung dịch rơi vãi và bay hơi tại bể Ni sáng trên 1000 sản phẩm là khoảng 2 lít.

- Lượng hóa chất thêm vào một bể cho 1000 sản phẩm là:

- + NiSO₄ = (0,005 kg/sp x 1000 sp) / 2 bể = 2,6 kg
- + NiCl₂ = (0,0023 kg/sp x 1000 sp) / 2 bể = 1,15 kg
- + H₃BO₃ = (0,002 kg/sp x 1000 sp) / 2 bể = 1 kg

- Lượng hóa chất thất thoát trong bể Ni bán sáng:

- + NiSO₄ = (1 l x 250 g/l) / 1000 sp = 0,25 kg
- + NiCl₂ = (1 l x 60 g/l) / 1000 sp = 0,06 kg
- + H₃BO₃ = (1 l x 40 g/l) / 1000 sp = 0,04 kg

- Lượng hóa chất thất thoát trong bể Ni sáng:

- + NiSO₄ = (2 l x 250 g/l) / 1000 sp = 0,5 kg
- + NiCl₂ = (2 l x 60 g/l) / 1000 sp = 0,12 kg
- + H₃BO₃ = (2 l x 40 g/l) / 1000 sp = 0,08 kg

** Cân bằng nguyên liệu Crôm:*

Lượng tiêu thụ CrO₃ thực tế là 2g/sp (0,002 kg/sp). Nồng độ Crôm trong bể mạ được xem như ổn định tại mức 300 g/l. Dung tích của bể là 900 lít. Lượng dung dịch tràn và bay hơi là: 5,6 l / 1000 sp.

Lượng CrO₃ thêm vào cho 1000 sp là 0,002 kg/sp x 1000 = 2 kg

Tiêu thụ CrO₃/1000 sp là (4 l x 300 g/l) / 1000 = 1,2 kg

4.2.3 Nhiệm vụ 5: Xác định tính chất của dòng thải

Việc xác định tính chất các dòng thải sẽ giúp ta đánh giá được tải lượng ô nhiễm đi vào môi trường và hệ số phát thải riêng. Điều này sẽ giúp xác định được chi phí xử lý và thải bỏ. Cần phải theo dõi các dòng thải đã được xác định; sau đó có thể lấy mẫu và các thông số khác nhau để phân tích trong phòng thí nghiệm. Nếu công ty không có phòng thí nghiệm riêng thì có thể lấy mẫu rồi gửi đi phân tích tại các phòng xét nghiệm khác phiếu công tác 9 có thể giúp xác định tính chất của các dòng nước thải.

PHIẾU CÔNG TÁC 9: Xác định tính chất của nước thải

Đơn vị hoạt động	Nước thải (lít)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TS (mg/l)	Nhiệt độ (°C)
Tẩy dầu mỡ					
Rửa 1					
Mạ					
Rửa 2					
Rửa 3					
Rửa 4					
Mạ 2					
Rửa 5					
Rửa 6					
Trung hòa					
Rửa 7					

4.2.4 Nhiệm vụ 6: Định giá cho các dòng thải

Để mô tả được tiềm năng thu lợi từ các dòng thải, một yêu cầu cơ bản là phải tính được chi phí cho các dòng thải đó. Chi phí này cần phản ánh tổn thất bằng tiền theo chất thải. Rõ ràng một dòng thải không dễ thấy được các chi phí có thể định lượng, trừ khi gắn liền với sự tổn thất trực tiếp về nguyên liệu hoặc sản phẩm, ví dụ: hao phí crôm do rửa thu hồi kém hiệu quả, hao phí các loại hóa chất do thời gian chờ ráo dung dịch dịch khi di chuyển chi tiết từ bể này sang bể khác không đủ. Tuy nhiên, khi phân tích sâu hơn thì ta có thể thấy một số yếu tố chi phí trực tiếp và gián tiếp có liên quan đến các dòng thải. Các yếu tố chi phí có thể có gồm:

- Chi phí cho nguyên liệu trong phế thải;
- Chi phí cho sản phẩm trong dòng thải;
- Chi phí cho hơi nước và điện sử dụng trong quá trình;
- Chi phí xử lý và thải bỏ;
- Chi phí cho nước, xử lý và bơm nước;
- Các chi phí khác.

Các yếu tố chi phí kể trên cần phải được xác định cho từng dòng thải và sau đó ta có thể tính toán tổng chi phí cho từng đơn vị chất thải. Trong hầu hết các trường hợp, rất khó tính toán tất cả các thành phần chi phí. Để tính toán thất thoát nguyên liệu ta cần tiến hành phân tích xác định các thành phần khác nhau của chất thải và khối lượng của chúng.

Tương tự tính toán chi phí xử lý dòng thải, số liệu về chi phí xử lý trung bình có thể tham khảo từ Quản đốc trạm xử lý nước thải. Chi phí này sau đó có thể áp dụng cho các dòng thải tương ứng. Đôi khi dòng thải không phải lúc nào cũng được tính bằng tải lượng ô nhiễm, mà có thể là tổn thất nhiệt như nước ngưng không được thu hồi. Trong những trường hợp như vậy, chi phí dòng thải có thể tương đương với tổn hao nhiệt năng được tính tương ứng với lượng than đá, dầu, ga hoặc điện tùy thuộc vào bản chất của loại nhiên liệu sử dụng trong quy trình. Phiếu công tác 10 sẽ giúp định giá cho các dòng thải.

PHIẾU CÔNG TÁC 10: Chi phí của các dòng thải

Đơn vị hoạt động	Dòng thải	Nước thải (lít)	Thành phần chất thải	Khối lượng	Chi phí đơn vị theo thành phần	Tổng chi phí cho các thành phần	Chi phí dòng thải
Tẩy dầu mỡ							
Rửa 1							
Mạ							
Rửa 2							
Rửa 3							
Rửa 4							
Mạ 2							
Rửa 5							
Rửa 6							
Trung tính hóa							
Rửa 7							

Phiếu công tác 9 và 10: Xác định tính chất và chi phí các dòng thải (ví dụ xuyên suốt)

STT	Dòng thải	Xác định khối lượng của dòng thải	Tính chất của dòng thải	Án định chi phí
1	Dòng thải 1: Lau mún	Giẻ bẩn: trung bình khoảng 0,15 kg/1000 cần số	Giẻ có dính dầu, chất đánh bóng, bụi...	Không xác định
2	Dòng thải 2: Tẩy gỉ	Nước thải: 1,5 lít/1000 trực ly hợp	Chứa: gỉ sắt, bụi, soda	Không xác định
3	Dòng thải 3: tẩy dầu mỡ	Dung dịch rơi vãi, 17 lít	Chứa dầu, hóa chất và hàm lượng COD cao	Không xác định
4	Dòng thải 4: Rửa 1	Không xác định	Chứa dầu, hóa chất	Không xác định
5	Dòng thải 5: Làm sạch nhẹ	Dung dịch làm sạch nhẹ bị rơi vãi, 20 lít	pH thấp, hàm lượng COD cao	Không xác định
6	Dòng thải 6: Rửa 2	Nước tràn, không xác định được	pH thấp	Không xác định

Phiếu công tác 9 và 10: Xác định tính chất và chi phí các dòng thải (ví dụ xuyên suốt)

STT	Dòng thải	Xác định khối lượng của dòng thải	Tính chất của dòng thải	Án định chi phí
7	Dòng thải 7: Mạ Ni bán bóng	Dung dịch mạ rơi vãi, khoảng 1 lít dung dịch/1000 sản phẩm	Hàm lượng COD cao, có chứa các hóa chất: NiSO ₄ : 0,25kg NiCl ₂ : 0,06 kg H ₃ BO ₃ : 0,04 kg	- Nguyên liệu tổn hao: x 53.000VND/kg = 13.250VND x 55.000VND/kg= 3.300VND x14.000 VND/kg= 560VND
8	Dòng thải 8: Mạ Ni bóng	+ Dung dịch mạ bị rơi vãi, khoảng 2 lít/1000 sp + Nước bay hơi, 20 lít/1000 sp	Có chứa các hóa chất sau: NiSO ₄ : 0,6kg NiCl ₂ : 0,12 kg H ₃ BO ₃ : 0,08 kg Hơi nước	- Nguyên liệu bị mất: x 53.000VND/kg = 31800VND x 55.000VND/kg= 6.600VND x14.000 VND/kg= 1120VND x 6000VND/m ³ = 120VND
9	Dòng thải 9: Rửa 3	Nước thải có chứa dung dịch mạ	Hàm lượng COD cao, chứa kim loại nặng Ni ²⁺ (30 mg/l), Cr ⁶⁺ (420 mg/l)	Không xác định
10	Dòng thải 10: Rửa 4	Nước thải có chứa dung dịch mạ	Hàm lượng COD cao, có chứa các kim loại nặng Ni ²⁺ (4,5 mg/l), Cr ⁶⁺ (5,5 mg/l)	Không xác định
11	Dòng thải 11: Mạ crôm	4 lít dung dịch mạ bị rơi vãi 1,6 lít nước bị bay hơi	Hàm lượng hóa chất cao: Có chứa Cr ⁶⁺ (1,2kg)	- Nguyên liệu bị mất: x 2600VND/kg = 31.200VND
12	Dòng thải 12: Rửa thu hồi 5	Dung dịch thu hồi bị rơi vãi, 1,5 lít/1000 sản phẩm	Hàm lượng hóa chất cao, Có chứa Cr ⁶⁺	Không xác định
13	Dòng thải 13: Rửa 6	Nước tràn, không định lượng được	Hàm lượng COD cao, có chứa một lượng lớn các hóa chất như: Ni ²⁺ (30 mg/l), Cr ⁶⁺ (420 mg/l)	Không xác định
14	Dòng thải 14: Trung hòa	Dung dịch rơi vãi, ước tính khoảng 10,67 lít	Hàm lượng COD và độ pH cao, có chứa: - Cr ⁶⁺ 0,000218 kg - Ni ²⁺ 0,000275 kg	Nguyên liệu bị mất: x 26.000 = 5,668 VND x 53.000 = 14,575 VND
15	Dòng thải 15: Rửa 7	Nước thải chảy tràn	Hàm lượng COD cao, chứa soda và các kim loại nặng: Ni ²⁺ (6,4 mg/l), Cr ⁶⁺ (5,8 mg/l)	Không xác định
16	Dòng thải 16: Rửa 8	Nước thải chảy tràn	Hàm lượng COD cao, Ni ²⁺ (2,2 mg/l), Cr ⁶⁺ (3,5 mg/l)	Không xác định
17	Dòng thải 17: Sấy	Hơi nước, nhiệt		Không xác định
			Tổng trên 1000 sản phẩm =	108,193 VND
			Tổng theo năm =	19,500,000 VND

Nhận xét: Cần xem xét chi phí xử lý và thải bỏ đối với dòng thải. Khi có tổn hao nước ngưng cần xem xét kỹ hơn những tổn hao năng lượng.

4.2.5 Nhiệm vụ 7: Xác định nguyên nhân

Bây giờ ta có thể rà soát quy trình đối với các dòng thải tốn kém nhất. Thông qua phép cân bằng nguyên liệu và năng lượng, ta cần tiến hành “phân tích nguyên nhân” để xác định các nguyên nhân phát sinh dòng thải. (Có rất nhiều công cụ giúp thực hiện công việc phân tích này. Biểu đồ xương cá hay còn gọi là biểu đồ Ishikawa là một trong những công cụ như vậy – xem sơ đồ ở cuối chương). Các nguyên nhân này sẽ là những cơ sở để đề xuất các giải pháp SXSH. Các nguyên nhân này có thể gồm cả những nguyên nhân vô tình hoặc hữu ý, ta có thể dùng phiếu công tác 12 để ghi chép lại những nguyên nhân này. Có thể có rất nhiều các nguyên nhân khác nhau từ những lỗi đơn giản đến những lý do kỹ thuật phức tạp. Chuỗi câu hỏi dưới đây có thể tham khảo khi xây dựng các cơ hội SXSH.

1. Mục đích tiến hành công đoạn này là gì?

Sẽ đến một lúc mà nhóm SXSH thấy rằng công nhân viên tại một công đoạn nào đó không có khả năng đưa ra các câu trả lời thỏa đáng cho vấn đề. Điều hoàn toàn có thể xảy ra ở đây là bởi vì đây chính là các thực hành sản xuất đã cũ và trở thành thông lệ mà họ vẫn tiếp tục tuân theo. Trong trường hợp này, giải pháp tốt nhất là tránh lặp lại hoạt động một cách triệt để là sau một vài lần thử nghiệm thành công phương pháp thực hành khác. Điều này sẽ giúp tránh phát sinh dòng thải do hoạt động vận hành cũ tại công đoạn này, và đồng thời dẫn đến việc giảm tiêu thụ nguyên liệu thô tại đây.

2. Lượng hóa chất bổ sung có vượt quá lượng cần thiết không?

Nếu câu trả lời cho câu hỏi trên là “có” thì nhóm SXSH cần tìm ra nguyên nhân đằng sau việc thêm dư hóa chất và giảm lượng đưa vào. Nồng độ hóa chất này trong dòng thải là cao thì có nghĩa là đã dùng dư thừa hóa chất đó.

Ví dụ, hàm lượng các muối trong bể mạ nên được duy trì ở mức độ nhỏ nhất trong khoảng cho phép để tránh gây hại cho bể mạ.

3. Rất nhiều các loại hóa chất sử dụng trong quy trình có tác hại gì tới môi trường?

Nếu các hóa chất đang dùng có tác động xấu đến môi trường (các hóa chất độc hại hoặc có hàm lượng COD/BOD cao), thì cần phải cố gắng thay thế các hóa chất này bằng các loại hóa chất thân thiện sinh thái hơn.

Ví dụ, các chất dung môi tẩy dầu mỡ nên thay thế bằng các enzym tẩy dầu mỡ.

4. Hiện trạng của các hoạt động quản lý nội vi như thế nào?

Có thể có thiếu sót trong quản lý nội vi do: a) sơ suất của con người; b) nhân công chưa được đào tạo đầy đủ; Những thiếu sót bao gồm vòi/van/bích bị rò rỉ; lượng hóa chất, ... bị tràn ra; hay vòi nước để chảy liên tục. Những thiếu sót như thế có thể khắc phục bằng cách đào tạo, hướng dẫn công nhân và nâng cao ý thức về SXSH.

5. Có thể giảm lượng khí thải tiến hành điều chỉnh cải tiến thiết kế của thiết bị không?

Nếu câu trả lời là có thì cần phải thực hiện điều chỉnh trên thiết kế của thiết bị hiện có sẵn loại bỏ các điểm không hiệu quả trong hệ thống. Ví dụ: Nhắc kệ đỡ chi tiết mạ ra khỏi bể mạ trong thời gian hợp lý. Tăng thời gian giữ ở trên khay hứng dung dịch mạ dính theo ra ngoài.

6. Liệu sao nhãng trong vận hành/bảo dưỡng có làm phát sinh thêm chất thải không?

Cần tiến hành các biện pháp phù hợp để giảm thiểu lượng chất thải sinh ra do sự sao nhãng trong quá trình vận hành/bảo dưỡng. Nhóm SXSH cần tiến hành khảo sát thực địa để phát hiện sự thiếu nhất quán này. Ví dụ, có thể giảm hao phí nhiệt khi thay thế bẫy hơi đã bị hỏng hay bảo ôn nhiệt trên ống dẫn hơi nước.

7. Các xu hướng công nghệ mới nhất trong ngành công nghiệp hoàn tất kim loại là gì?

Hầu hết các nhà máy thuộc ngành này đều sử dụng các công nghệ truyền thống. Đây chính là lý do dẫn đến quy trình có hiệu quả thấp. Vì vậy việc nâng cấp các thiết bị này bằng công nghệ tân tiến nhất là điều vô cùng quan trọng. Ngoài việc cải tiến chất lượng sản phẩm, thì việc làm này còn có thể giảm thiểu được vấn đề phát thải. Để làm được điều này, đội SXSH sẽ phải đi thăm thực tế cơ sở và khảo sát để thu thập các thông tin chi tiết về các công nghệ mới nhất và đánh giá tính khả thi dựa trên các điều kiện hiện có. Ví dụ, sử dụng phương pháp mạ không có xyanua thay cho mạ xyanua sẽ mang lại kết quả cải thiện to lớn về mặt môi trường.

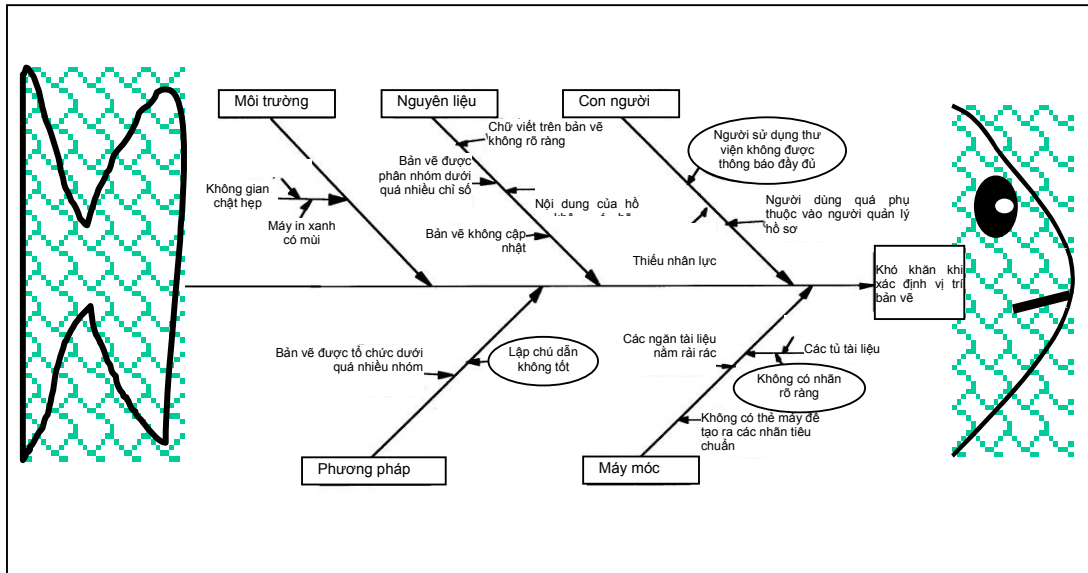
8. Dòng thải có giá trị tái chế/thu hồi/ tái sử dụng không?

Tiềm năng nằm trong dòng thải có hàm lượng nguyên liệu đầu vào cao hoặc là có khả năng sản xuất ra các sản phẩm phụ từ nguồn phế thải này. Có thể sử dụng biểu mẫu cân bằng nguyên liệu để đánh giá tiềm năng thu hồi/ tái sử dụng/ tái chế của dòng thải. Ví dụ thu hồi các kim loại nặng trong nước rửa sử dụng phương pháp trao đổi ion hoặc kỹ thuật thẩm thấu ngược có thể tiết kiệm được khá nhiều chi phí sản xuất trong các nhà máy sản xuất quy mô lớn.

Biểu đồ Ishikawa hay còn gọi là biểu đồ xương cá chủ yếu được sử dụng để xác định các nguyên nhân của vấn đề để nhận định vấn đề hoặc đề xuất giải pháp nhằm tránh hoặc loại bỏ các nguyên nhân đó.

Biểu đồ Ishikawa được sử dụng khi một nhóm cố gắng tìm kiếm các giải pháp tiềm ẩn cho một vấn đề và tìm kiếm nguyên nhân gốc rễ. Biểu đồ này rất hữu ích đối với vấn đề tương đối lớn, và khai thác từ nhiều khía cạnh hoạt động.

Ta có thể sử dụng biểu đồ xương cá để cấu trúc hóa các mối quan hệ nhân-quả cho một vấn đề. Phân tích nhân quả cho phép phân tích vấn đề một cách hệ thống hơn là chỉ đưa ra được các giải pháp khắc phục tức thời xung quanh vấn đề.



Ví dụ trong hình trên về thể hiện cách sử dụng biểu đồ Ishikawa có thể áp dụng được để xác định nguyên nhân của vấn đề.

Để xây dựng một biểu đồ xương cá thì một phương pháp đơn giản nhất là sử dụng phương pháp phân nhóm 4M1E. Theo phương pháp này tất cả các nguyên nhân chính và phụ phải được chia thành các nhóm ảnh hưởng là Con người, Máy móc, Nguyên liệu, Phương pháp và Môi trường. Việc chia nhóm đối tượng theo mô hình 4M1E có thể là điểm xuất phát và có thể làm kỹ hơn nữa.

Các bước chính trong công cụ này là:

- Xác định vấn đề và đặt ở phía bên phải của biểu đồ, tại điểm cuối của đường kẻ ngang
- Xác định các nguyên nhân chính và nối vào đường kẻ ngang bằng các mũi tên
- Động não để tìm những nguyên nhân phụ và đính vào các đường nguyên nhân chính.
- Tìm ra nguyên nhân gốc rễ bằng cách xác định các nguyên nhân liên quan
- Đề xuất các giải pháp cho nguyên nhân gốc rễ.

PHIẾU CÔNG TÁC 11: Tóm tắt nguyên nhân

Dòng thái	Công đoạn	Nguyên nhân chủ quan	Nguyên nhân khách quan

Phiếu công tác 11: Phân tích nguyên nhân và phát triển các giải pháp SXSH (Ví dụ xuyên suốt)		
Dòng thải	Nguyên nhân	Các cơ hội SXSH
0. Giẻ lau bẩn	0.0 nguyên liệu đầu vào kém chất lượng, tỷ lệ gỉ cao	0.0.1 Chọn loại nguyên liệu chất lượng tốt hơn
	0.1 Dính dầu, chất đánh bóng và đất trên cần số bán thành phẩm	0.1.1 Bảo dưỡng và lưu trữ cần số bán thành phẩm tại nơi sạch sẽ 0.1.2. Thiết kế máy chải thay vì dùng giẻ lau.
	0.2 Giẻ lau kém chất lượng	0.2.1 Sử dụng loại giẻ chất lượng tốt hơn
1. Dung dịch bị rơi vãi tại bể tẩy	1.1 Thời gian để ráo ngắn	1.1.1 Nâng cao nhận thức của người công nhân để đảm bảo thời gian làm ráo là 3 giây phía trên của bể trước khi chuyển sang bể khác.
	1.2 Khoảng cách giữa các bể quá xa	1.2.1 Chuyển các bể lại gần nhau hơn để thuận lợi hơn cho công việc của người công nhân 1.2.2 Lắp đặt một chiếc máng nghiêng đặt giữa bể tẩy và bể tiếp theo, để cho máng nghiêng về phía bể tẩy.
2. Dung dịch rơi vãi từ bể tẩy dầu mỡ	2.1 như 1.1	2.1.1 như 1.1.1
	2.2 như 1.2	2.2.1 như 1.2.1 2.2.2 như 1.2.2
3. Phát thải tại bể tẩy dầu mỡ	3.1 Không có hệ thống thu hồi	3.1.1 Nghiên cứu khả năng lắp đặt một hệ thống hút để thu hồi hơi từ dung dịch làm sạch
	3.2 Nhiệt độ làm việc không phù hợp dẫn đến tỉ lệ bay hơi tăng	3.2.1 Điều chỉnh về nhiệt độ phù hợp cho bể tẩy dầu
4. Bùn	4.1 Nguyên liệu đầu vào bị gỉ	4.1.1 Chọn loại nguyên liệu chất lượng tốt hơn 4.1.2 Cải thiện hiệu suất làm sạch cơ khí
5. Nước thải từ bể 1 có chứa dung dịch tẩy dầu mỡ	5.1 Rửa không sạch, lượng nước rửa ít	5.1.1 Lắp một bể thu hồi trước bể rửa 5.1.2 Áp dụng phương pháp rửa tràn chảy ngược đa cấp.
	5.2 Thời gian treo ráo ngắn	5.2.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể tẩy dầu trước khi đưa sang bể khác. 5.2.2 Chuyển các bể xử lý lại gần nhau hơn để cho công việc của người công nhân thuận lợi hơn.
6. Dung dịch a-xít bị rơi vãi từ công đoạn rửa nhẹ	6.1 Thời gian treo ráo ngắn	6.1.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể rửa nhẹ trước khi đưa sang bể khác.
	6.2 khoảng cách giữa các bể quá xa	6.2.1 Chuyển các bể xử lý lại gần nhau hơn để cho công việc của người công nhân thuận lợi hơn. 6.2.2 Lắp máng nghiêng giữa bể làm sạch nhẹ và bể tiếp theo. Máng đặt nghiêng về bể làm sạch.
7. Nước tràn có chứa a-xít	7.1 Rửa không sạch, nước rửa ít	7.2.1 Lắp đặt một bể thu hồi trước bể rửa. 7.2.2 Áp dụng phương pháp rửa chảy ngược đa cấp
	7.2 Thời gian treo ráo ngắn	7.2.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể trước khi đưa sang bể khác. 7.2.2 Chuyển các bể xử lý lại gần nhau hơn để cho công việc của người công nhân thuận lợi hơn.
8. Dung dịch mạ Ni rơi vãi	8.1 Thời gian treo ráo ngắn	8.1.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể mạ Ni trước khi đưa sang bể khác.
	8.2 khoảng cách giữa hai bể quá xa	8.2.1 Chuyển các bể xử lý lại gần nhau hơn để cho công việc của người công nhân thuận lợi hơn. 8.2.2 Lắp một máng nghiêng giữa bể mạ Ni bán sáng và bể mạ Ni sáng. Máng đặt nghiêng về phía bể mạ bán sáng.

Phiếu công tác 11: Phân tích nguyên nhân và phát triển các giải pháp SXSH (Ví dụ xuyên suốt)		
Dòng thải	Nguyên nhân	Các cơ hội SXSH
9. Nước tràn từ bể rửa có chứa một lượng dung dịch mạ Ni lớn	9.1 Rửa không sạch (nước rửa ít, mỗi lần chỉ rửa được một chi tiết)	9.1.1 Lắp 1 bể thu hồi trước bể rửa. 9.1.2 Lắp một máng nghiêng giữa bể mạ và bể thu hồi, đặt máng nghiêng về phía bể mạ. 9.1.3 Áp dụng phương pháp rửa chảy ngược đa cấp
	9.2 Khoảng cách giữa các bể quá xa	9.2.1 Chuyển cách bể lại gần nhau hơn để thuận tiện cho công việc của người công nhân.
	9.3 Thời gian treo ráo ngắn khiến cho một lượng hóa chất lớn bị kéo từ bể mạ sang bể rửa	9.3.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể mạ trước khi đưa sang bể khác
10. Dung dịch mạ Cr bị rơi vãi	10.1 Bố trí các bể mạ và bể thu hồi không hợp lý, không thu hồi triệt để	10.1.1 lắp đặt lại bể thu hồi dung dịch Cr để thuận tiện hơn cho công nhân 10.1.2 Lắp đặt một bể thu hồi thứ 2 để cải thiện việc thu hồi Cr.
	10.2 Thời gian treo ráo ngắn	10.2.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể mạ trước khi đưa sang bể khác
11. Hơi dung dịch Cr không thể thu hồi được trên bề mặt bể mạ	11.1 Hệ thống hút hoạt động không hiệu quả	11.1.1 Lắp đặt các hệ thống hút và xử lý Cr.
	11.2 Tỷ lệ bay hơi cao do bề mặt bị quá nhiệt trong quá trình mạ	11.2.1 Kiểm soát nhiệt độ bề mặt bể mạ để giảm thiểu lượng dung dịch bay hơi
12. Nước thải thành có chứa các hóa chất và kim loại nặng (Ni, Cr)	12.1 Rửa không sạch (nước rửa ít, mỗi lần chỉ rửa được một chi tiết, rửa trong cùng một bể dùng cho rửa sau mạ Ni sáng)	12.1.1 Áp dụng phương pháp rửa chảy ngược nhiều bước 12.1.2 Tách các quy trình rửa sau khi mạ N và sau khi thu hồi Cr.
	12.2 Thời gian treo ráo ngắn dẫn đến một lượng lớn hóa chất bị kéo theo từ bể thu hồi sang bể rửa	12.2.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể trước khi đưa sang bể khác. 12.2.1 Chuyển cách bể lại gần nhau hơn để thuận tiện cho công việc của người công nhân.
13. Dung dịch trung hòa bị rơi vãi	13.1 Thời gian treo ráo ngắn	13.1.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể trước khi đưa sang bể rửa khác.
	13.2 Khoảng cách giữa các bể xa	13.2.1 Chuyển cách bể lại gần nhau hơn để thuận tiện cho công việc của người công nhân. 13.2.2 Lắp đặt một máng nghiêng giữa bể trung tính hóa và bể tiếp theo, để máng nghiêng về phía bể trung tính nhằm hạn chế tối đa lượng soda bị rơi vãi vào về rửa.
14. Nước tràn có chứa soda	14.1 Rửa không sạch	14.1.1 Áp dụng phương pháp rửa chảy ngược đa cấp
	14.2 Thời gian treo ráo ngắn	14.2.1 Nâng cao nhận thức của công nhân để đảm bảo thời gian treo ráo là 3 giây phía trên bể trước khi đưa sang bể khác. 14.2.1 Chuyển cách bể lại gần nhau hơn để thuận tiện cho công việc của người công nhân.
15. Chi phí điện năng cho quy trình sấy lớn	15.1 Thiết kế máy sấy không phù hợp, tiêu thụ điện năng nhiều	15.1.1 Thay máy sấy tường gạch bằng khoang sấy kim loại có hiệu suất nhiệt cao hơn.

4.3 Bước 3: Phân tích các bước quy trình

4.3.1 Nhiệm vụ 8: Xây dựng các giải pháp SXSH

Sau khi đã nhận diện và xác định các nguyên nhân phát thải, ta có thể đưa ra các biện pháp SXSH. Tóm tắt các dòng thải như trong phiếu công tác 12 sẽ giúp ước lượng định tính nhanh các khả năng thực hiện SXSH.

Ở bước này ta có thể ứng dụng các kỹ thuật như động não và thảo luận nhóm để xác định tất cả các giải pháp SXSH có thể có. Tìm ra các giải pháp tiềm năng nhờ vào kiến thức và tính sáng tạo của các thành viên trong đội.

Động não là một công cụ được dùng rất phổ biến để khởi phát ý tưởng. Tuy nhiên các ý tưởng chưa cần được giải thích một cách chi tiết tại bước này. Công việc kiểm tra tính khả thi của ý tưởng được thực hiện bằng các câu hỏi hoặc động não mang tính phân biệt. Mục đích chính của quá trình động não là để đưa ra càng nhiều ý tưởng càng tốt khi giải quyết một vấn đề cụ thể nào đó đã được xác định từ trước.

Công cụ này được ứng dụng theo nhóm khi cố gắng nhận diện những nguyên nhân gốc rễ có thể có hoặc khi tìm kiếm các giải pháp cho một vấn đề. Động não cũng có thể được sử dụng trong xây dựng và triển khai kế hoạch khi cần lập ưu tiên và thứ tự cho nhiều giải pháp khác nhau.

Có thể sử dụng nguyên tắc sau đây khi tiến hành động não. Mặc dù vậy, các nguyên tắc này là tương đối linh hoạt và có thể phải điều chỉnh cho phù hợp với các tình huống cụ thể.

- Duy trì buổi họp trong không khí thoải mái
- Trưởng nhóm chỉ nên hỗ trợ cho cuộc họp
- Mời các thành viên có liên quan của nhóm tham gia họp
- Xác định các vấn đề một cách rõ ràng. Mọi người trong cuộc họp cần phải có chung cách hiểu về vấn đề, nếu không các ý tưởng sẽ bị chệch mục đích chính.
- Sử dụng phương pháp bánh xe lăn tự do (tự do cho ra ý tưởng) hoặc phương pháp theo vòng (từng người đóng góp ý tưởng) để đưa ra càng nhiều ý tưởng càng tốt.
- Ghi lại tất cả các ý tưởng. Các ý tưởng không nên bị loại bỏ tới khi chứng minh được là ý tưởng đó không khả thi.

Bên cạnh việc động não, để xây dựng được các giải pháp SXSH thì cần xem xét hết thêm các giải pháp SXSH như đề gợi ý trong Chương 3. Các giải pháp SXSH trong chương đó mới cần phải được phân tích kỹ hơn trong bối cảnh của nhà máy áp dụng. Một số nguồn hỗ trợ xây dựng các giải pháp SXSH khác có thể là:

- Các chuyên gia từ các nhà máy hoàn tất sản phẩm kim loại lớn khác
- Các chuyên gia tư vấn ngoài công ty
- Các chuyên gia của các trường Đại Học và TTSXSVN
- Hiệp hội ngành
- Các tổ chức quốc tế khác như UNIDO, UNEP v.v...

Rất nhiều các cơ hội SXSH thuộc các khu vực khác nhau của nhà máy được tóm tắt lại và lập bảng như trong phiếu công tác 12. Ở đó kỹ thuật SXSH cho từng giải pháp sẽ tiếp tục được xác định.

PHIẾU CÔNG TÁC 12: Tóm tắt các dòng thải và cơ hội SXSH

Bộ phận/Dòng thải	Cơ hội SXSH	Tiềm năng						
		Giảm thiểu tại nguồn					Tuần hoàn	
		QLNV	TDNL	KSQT	CTTB	TDCN	TH&TSD	SPP
	1 2 3 4 5							
Các thiết bị phụ trợ	1 2 3 4 5							

Ghi chú: QLVN (Quản lý nội vi), TDNL (thay đổi nguyên liệu), KSQT (kiểm soát quy trình), CTTB (cải tiến thiết bị/quy trình), TDCN (thay đổi công nghệ), TH&TSD (tuần hoàn và tái sử dụng), SPP (tạo ra sản phẩm phụ)

Phiếu công tác 12: Tổng kết các dòng thải và tiềm năng SXSH (Ví dụ xuyên suốt)							
DÒNG THẢI	TIỀM NĂNG						
	GIẢM NGUỒN					TÁI CHẾ	
	Quản lý nội vi	Thay đổi nguyên liệu	Kiểm soát quy trình	Sửa cải tiến thiết bị	Thay đổi công nghệ	Tuần hoàn/ tái sử dụng	Sản phẩm phụ
0. Bùn bẩn, giẻ bẩn	√						
1. Dung dịch bị rơi vãi từ bể khác ăn mòn	√		√	√			
2. Dung dịch bị rơi vãi từ bể tẩy dầu mỡ	√		√	√			
3. Phát thải tại bể tẩy dầu mỡ			√		√		
4. Bùn			√				
5. Nước thải từ bể 1 có chứa dung dịch tẩy dầu mỡ		√	√			√	
6. Dung dịch a-xít rơi vãi từ công đoạn làm sạch nhẹ	√			√			
7. Nước tràn có chứa a-xít	√		√			√	
8. Dung dịch mạ Ni bị rơi vãi	√		√	√		√	
9. Nước thải tràn từ bể rửa có chứa lượng lớn dung dịch mạ Ni	√		√	√		√	
10. Dung dịch mạ Cr bị rơi vãi	√		√	√		√	
11. Hơi Cr không thể thu hồi được phía trên bề mặt bể					√		
12. Nước thải tràn có chứa các hóa chất và kim loại nặng (Ni, Cr)	√		√			√	
13. Dung dịch trung tính hóa bị rơi vãi	√		√			√	
14. Nước tràn có chứa soda	√		√			√	
15. Chi phí tiêu thụ điện cho công đoạn sấy quá cao					√		

4.3.2 Nhiệm vụ 9: Sàng lọc các cơ hội SXSH

Các giải pháp đã được xây dựng ở trên sẽ được kiểm tra tính khả thi. Quy trình lọc bỏ nên đơn giản, nhanh và trực tiếp và thường chỉ mang tính chất định tính. Mọi điểm cần phải thật rõ ràng, không nên có bất kỳ thành kiến mơ hồ nào. Mục đích của việc lọc bỏ nhằm tránh tiến hành phân tích khả thi chi tiết không cần thiết cho các cơ hội không thực tế hoặc không khả thi. Phiếu công tác 13 sẽ giúp nhận diện và liệt kê các cơ hội SXSH: (a) có thể triển khai ngay mà không cần phân tích khả thi (các giải pháp rõ ràng); (b) cần phải phân tích khả thi tỉ mỉ hơn; và (c) có thể loại bỏ. Trong bảng này chỉ cần đánh dấu vào mục phù hợp, và không cần phân tích chi tiết.

PHIẾU CÔNG TÁC 13: Sàng lọc các cơ hội SXSH có thể thực hiện được

TT	Cơ hội SXSH	Phân loại		
		Triển khai ngay	Phân tích thêm	Loại bỏ
1				
2				
3				
4				
5				

Phiếu công tác 13: Sàng lọc các cơ hội SXSH (Ví dụ xuyên suốt)						
TT	Giải pháp SXSH	Phân nhóm	Thực hiện ngay	Nghiên cứu thêm	Loại	Nhận xét/lý do
1	Bảo trì và lưu trữ các khớp ly hợp bán thành phẩm tại nơi sạch sẽ	QLNV	X			Đơn giản để thực hiện
2	Thiết kế máy chải thay cho dùng giẻ lau	CTTB			x	Cần thời gian đầu tư và thiết kế, không thể thực hiện vào thời điểm hiện tại.
3	Lựa chọn nguyên liệu tốt hơn, ít gỉ hơn	QLNV	X			
4	Sử dụng giẻ lau chất lượng tốt hơn	QLNV	X			
5	Nâng cao nhận thức của người công nhân để đảm bảo là chi tiết được treo 3 giây trên bề xử lý trước khi chuyển sang bề khác	KSQT	X			Có thể rất hiệu quả nhưng cần mất nhiều thời gian để thay đổi nhận thức và thực hành của người công nhân
6	Chuyển các bể lại gần nhau hơn để thuận lợi hơn cho công việc của công nhân.	QLNV	X			Tìm hiểu khu vực sản xuất của nhà máy để bố trí các bể cho hợp lý hơn.
7	Lắp máng nghiêng giữa bể hóa chất và bể tiếp theo, để máng nghiêng về phía bể hóa chất	QLNV	X			Đầu tư ít, dễ thực hiện
8	Nghiên cứu khả năng lắp đặt một hệ thống hút để thu hồi hơi từ dung dịch tẩy dầu mỡ điện-hóa.	CTTB		x		Đầu tư lớn, phức tạp, cần nghiên cứu thêm
9	Điều chỉnh nhiệt độ tại bể tẩy dầu mỡ cho phù hợp	KSQT	X			Dễ thực hiện

Phiếu công tác 13: Sàng lọc các cơ hội SXSH (Ví dụ xuyên suốt)						
TT	Giải pháp SXSH	Nhóm	Thực hiện ngay	Nghiên cứu thêm	Loại	Nhận xét/lý do
11	Áp dụng phương pháp rửa chảy ngược đa cấp cho các quy trình như làm sạch nhẹ, tẩy dầu mỡ, mạ Ni và Cr, và trung tính hóa	CT	X			Đầu tư ít, nâng cao hiệu quả rửa, ít chất bẩn trong bể hóa chất hơn
11	Cải tiến các hệ thống xử lý và thu hồi Cr, hệ thống hút	Quản lý nội vi tốt	X			Có nhiều ích lợi môi trường
12	Thay máy sấy tường gạch bằng khoang sấy kim loại sử dụng ít điện năng hơn	Sửa đổi thiết bị	X			

Tất cả các giải pháp đề xuất đều có thể triển khai ngay do chúng mang lại lợi ích kinh tế cho nhà máy. Mặt khác các giải pháp này cũng mang lại lợi ích về mặt môi trường nhờ việc giảm thiểu đáng kể lượng ô nhiễm kim loại nặng trong nước thải. Tuy nhiên có một giải pháp bị loại (giải pháp 2) do nhà máy không đủ khả năng thiết kế loại máy đề xuất. Giải pháp này vẫn có thể được triển khai trong tương lai khi có nhà cung cấp thiết bị phù hợp cho sản xuất của nhà máy. Một giải pháp khác (giải pháp 8) cần phải được nghiên cứu thêm và đã được cho vào kế hoạch hành động để triển khai trong tương lai.

4.4 Bước 4: Lựa chọn các giải pháp SXSH

Việc chọn một giải pháp SXSH để thực hiện đòi hỏi không chỉ phải xem xét tính khả thi kinh tế-kỹ thuật mà còn phải có lợi cho môi trường. Danh sách các cơ hội cần phân tích thêm ở trên sẽ được nghiên cứu theo các khía cạnh sau:

4.4.1 Nhiệm vụ 10: Tính khả thi kỹ thuật

Đánh giá tính khả thi kỹ thuật nhằm xác định xem liệu giải pháp SXSH được đề xuất có thực hiện được với một ứng dụng cụ thể nào đó không. Việc đánh giá thường bắt đầu bằng cách kiểm tra tác động của giải pháp đề xuất đối với quy trình, sản phẩm, tỉ lệ sản xuất, an toàn, v.v... Nếu trong trường hợp có sự khác biệt lớn so với thực hành quy trình hiện tại thì có thể cần phải tiến hành thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và chạy thử để đánh giá tính khả thi kỹ thuật. Phiếu công tác 14 là một bảng mẫu đặc thù để đánh giá về kỹ thuật.

Các giải pháp không có tính khả thi về kỹ thuật (do không có sẵn công nghệ, thiết bị, không gian hoặc bất cứ lý do nào khác) cần phải đưa vào danh sách riêng để các cán bộ kỹ thuật nghiên cứu kỹ hơn. Các giải pháp có tính khả thi về mặt kỹ thuật thì sẽ được tiếp tục phân tích tính khả thi về mặt kinh tế.

PHIẾU CÔNG TÁC 15: Phân tích tính khả thi kỹ thuật

A) YÊU CẦU KỸ THUẬT				
	Nội dung	Yêu cầu		Sẵn có trong nước
		Có	Không	
1	Phần cứng Thiết bị Thiết bị đo Công nghệ			
2	Không gian			
3	Nhân lực			
4	Dùng sản xuất			
B) TÁC ĐỘNG KỸ THUẬT				
Khu vực		Tác động		
		Tích cực	Tiêu cực	
Sản lượng				
Chất lượng sản phẩm				
Tiết kiệm năng lượng Hơi nước Điện				
Tiêu thụ hóa chất				
An toàn				
Bảo dưỡng				
Độ linh hoạt khi vận hành				
Khác				

4.4.2 Nhiệm vụ 11: Tính khả thi kinh tế

Tính khả thi kinh tế thường là các thông số chính để ban lãnh đạo chấp nhận hoặc từ chối đề xuất SXSH. Để mọi việc được thuận lợi thì cần phải có một vài giải pháp SXSH thật hấp dẫn về mặt kinh tế để báo cáo lên ban lãnh đạo. Chiến lược này sẽ giúp thu hút được sự quan tâm và cam kết cao hơn. Phân tích kinh tế có thể được thực hiện bằng rất nhiều phương pháp khác nhau, ví dụ, phương pháp tính toán thời gian hoàn vốn, phương pháp IRR (tỷ lệ hoàn vốn nội tại), phương pháp NPV (giá trị hiện tại ròng), v.v... Với các khoản đầu tư nhỏ, các giải pháp ngắn hạn có tính khả thi kinh tế cao thì chỉ cần áp dụng phương pháp đơn giản nhất là tính thời gian hoàn vốn là đủ. Phiếu công tác 15 dưới đây sẽ giúp phân tích tính khả thi kinh tế. Phiếu này có thể được điều chỉnh cho phù hợp với các giải pháp khác nhau, nhưng cần phải chú ý xây dựng nó càng đơn giản và càng rõ ràng càng tốt.

Không nên bỏ đi bất cứ giải pháp nào kể cả những giải pháp không có tính khả thi về kinh tế. Có thể có một số giải pháp đem lại cải thiện đáng kể về môi trường và vì thế, có thể được thực hiện dù không có tính hấp dẫn về kinh tế.

PHIẾU CÔNG TÁC 15: Phân tích tính khả thi về kinh tế

Tên/mô tả giải pháp SXSH:			
Đầu tư		Tiết kiệm	
VND		VND	
Phần cứng		Hơi nước	
1		Điện	
2		Hóa chất 1	
3		Hóa chất 2	
4		Bột	
5		Nước	
6		Nhân công	
Thiết bị		Giảm phí xử lý chất thải	
Yêu cầu về đất		Giảm phí thải bỏ chất thải	
Chi phí khác		Chi phí khác	
TỔNG		TỔNG	
Chi phí vận hành hàng năm			
VND			
Lãi		<p style="text-align: center;">TIẾT KIẾM RÒNG = TIẾT KIẾM – CHI PHÍ VẬN HÀNH</p> <p style="text-align: center;">HOÀN VỐN = (ĐẦU TƯ/TIẾT KIẾM RÒNG) X 12 THÁNG</p>	
Khấu hao			
Bảo dưỡng			
Nhân công – tay nghề cao			
Nhân công – tay nghề thấp			
Hơi nước/ nhiên liệu			
Điện			
Hóa chất			
Chi phí do dừng máy			
Chi phí khác			
TỔNG			

4.4.3 Nhiệm vụ 12: Tính khả thi môi trường

Các giải pháp SXSH phải được đánh giá từ khía cạnh tác động tới môi trường. Có rất nhiều trường hợp, lợi ích môi trường thể hiện rất rõ ràng: giảm độc tính và/hoặc lượng chất thải. Các tác động khác có thể là những thay đổi khả năng xử lý, thay đổi về khả năng áp dụng các quy định về môi trường.... Ở các bước đầu tiên, khía cạnh môi trường có vẻ như không phải là yếu tố thúc ép như các khía cạnh kinh tế. Tuy nhiên, cần phải nhận thức rằng trong tương lai gần, và hiện đã diễn ra ở các nước đang phát triển, các khía cạnh môi trường sẽ trở thành yếu tố xem xét quan trọng nhất bất kể tính khả thi kinh tế là gì. Phiếu công tác 16 là bản danh mục giúp đánh giá tính khả thi môi trường.

PHIẾU CÔNG TÁC 16: Phân tích tính khả thi môi trường

Tên/mô tả giải pháp:			
Môi trường	Thông số	Tác động môi trường	
		Định tính	Định lượng
Không khí	Bụi Khí xx Khác		
Nước	BOD COD TS Khác		
Chất thải rắn	Chất thải rắn Bùn hóa chất Bùn hữu cơ		

4.4.4 Nhiệm vụ 13: Lựa chọn giải pháp để thực hiện

Sau khi đã đánh giá về kỹ thuật, kinh tế và môi trường, ta sẽ lựa chọn các giải pháp SXSH để triển khai. Hiển nhiên là các giải pháp hấp dẫn nhất chính là những giải pháp có lợi ích kinh tế lớn nhất, tính khả thi kỹ thuật cao. Tuy nhiên, ngày càng có nhiều trường hợp, đặc biệt là khi chịu áp lực, thì các yếu tố về môi trường lại là tiêu chí lựa chọn đầu tiên. Có nhiều trường hợp khi có rất nhiều giải pháp SXSH được xây dựng thì sẽ dẫn đến khó khăn trong việc chọn lựa cũng như đặt ưu tiên thực hiện cho các giải pháp. Phiếu công tác 17 sẽ giúp đánh giá và lập thứ tự ưu tiên để thực hiện các giải pháp. Ta cũng cần xác định các nguồn lực cần thiết (tài chính, nhân lực, thời gian, v.v...) và xây dựng một kế hoạch thực hiện. Phiếu được cho điểm theo phương pháp chuyên gia, dựa trên nhận xét chủ quan của các thành viên.

PHIẾU CÔNG TÁC 17: Lựa chọn các giải pháp SXSH để thực hiện

Giải pháp SXSH	Khả thi kỹ thuật (25)			Khả thi kinh tế (50)			Khả thi môi trường (25)			Tổng điểm	Hạng
	T	TB	C	T	TB	C	T	TB	C		

Ghi chú: Hệ số 25, 50, 25 chỉ mang tính ví dụ. Điểm được cho với loại khả thi thấp (T): 0-5, trung bình (TB): 6-14, cao (C): 15-20

4.5 Bước 5: Thực hiện các giải pháp SXSH

Sau khi lựa chọn các giải pháp sẽ được triển khai thực hiện, có rất nhiều giải pháp có thể thực hiện được ngay, nhưng cũng có nhiều giải pháp khác lại yêu cầu phải có một kế hoạch mang tính hệ thống để triển khai.

4.5.1 Nhiệm vụ 14: Chuẩn bị thực hiện

Nhóm SXSH cần phải chuẩn bị cho bản thân cũng như những người liên quan khác trong nhà máy để triển khai giải pháp đã chọn. Công tác chuẩn bị có thể bao gồm xin phê duyệt tài chính, yêu cầu phối hợp từ các bộ phận có liên quan, thiết lập các mối liên kết trong trường hợp các giải pháp có liên quan đến nhiều bộ phận, v.v... Các công việc này, ngoài khía cạnh kỹ thuật, còn cần phải được những người liên quan thực hiện cẩn thận để đảm bảo rằng sự hỗ trợ và cộng tác của họ được liên tục xuyên suốt giai đoạn triển khai. Liên kết tốt, nhận thức tốt và trao đổi thông tin tốt rất có ích cho công việc thực thi các giải pháp. Các bảng kiểm định công việc liên quan, các bộ phận phòng ban cần phải liên hệ, các địa chỉ cần biết, v.v... cũng rất hữu ích. Phiếu công tác 18 sẽ hỗ trợ cho việc lập kế hoạch triển khai. Phiếu này ghi lại những người chịu trách nhiệm triển khai, theo dõi tiến độ triển khai và hạn hoàn thành. Phiếu này cũng cho thấy tổng quan về những lợi ích kinh tế và môi trường để có thể so sánh với các kết quả thực tế đạt được sau quá trình triển khai.

PHIẾU CÔNG TÁC 18: Kế hoạch triển khai

Giải pháp được chọn	Ngày triển khai	Người phụ trách	Kết quả				Đánh giá tiến độ	
			Kinh tế		Môi trường		Phương pháp	Giai đoạn
			Dự kiến	Thực	Dự kiến	Thực		

Phiếu công tác 18: Kế hoạch triển khai và quan trắc (Ví dụ xuyên suốt)			
Công việc	Người chịu trách nhiệm	Thời gian thực hiện	Cách thức theo dõi
Các giải pháp liên quan đến QLVN và KSQT tại phân xưởng	Các quản đốc phân xưởng	Thường xuyên	Xác định tiêu thụ hóa chất, năng lượng, điện và nước hàng tháng
Các giải pháp về CTQT	Bùi Kỳ Lân	Thường xuyên	Xác định lượng nguyên liệu, hóa chất, năng lượng, nước tiêu thụ và chất lượng sản phẩm sau khi triển khai các giải pháp
Các giải pháp liên quan đến QLVN và KSQT toàn nhà máy	Đỗ Thị Ngọc	Thường xuyên	

- Việc theo dõi và giám sát chung của chương trình SXSH do bà Thi Ngã, phó giám đốc nhà máy chịu trách nhiệm.
- Ông Bùi Kỳ Lân, quản đốc phân xưởng cơ khí chịu trách nhiệm thực hiện các giải pháp kỹ thuật cần tiến hành tại phân xưởng của ông. Vị quản đốc này cũng phải báo cáo định kỳ lên ban lãnh đạo nhà máy.
- Các quản đốc phân xưởng chịu trách nhiệm cho các giải pháp SXSH được triển khai tại bộ phận của mình, bao gồm các giải pháp liên quan đến quản lý nội vi tốt, kiểm soát quy trình, sửa đổi quy trình và thiết bị, theo dõi kết quả...
- Các giải pháp cần nghiên cứu sâu hơn được bàn giao lại Phòng kỹ thuật của công ty. Phòng này chịu trách nhiệm lên kế hoạch hành động và báo cáo với ban lãnh đạo nhà máy.

Kế hoạch hành động cho các công việc liên quan tới SXSH			
Công việc	Người chịu trách nhiệm	Thời gian thực hiện	Cách thức theo dõi
Chịu trách nhiệm chung cho toàn bộ công tác triển khai SXSH	Đỗ Thị Ngọc	Thường xuyên	
Kiểm soát việc triển khai các giải pháp không cần phải đầu tư lớn và có thể triển khai ngay	Quản đốc các phân xưởng	Thường xuyên	
Tập huấn định kỳ cho công nhân làm việc tại các quy trình công nghệ	Bùi Kỳ Lân	Thường xuyên	
Nghiên cứu khả thi các giải pháp cần đầu tư lớn	Phòng kỹ thuật	2004	
Khởi động vòng đánh giá SXSH tiếp theo	Đỗ Thị Ngọc	6/2004	

4.5.2 Nhiệm vụ 15: Triển khai các giải pháp

Việc triển khai các giải pháp SXSH cũng tương tự như các cải tiến công nghiệp khác và không cần phải mô tả quá chi tiết ở đây. Các nhiệm vụ bao gồm chuẩn bị sơ đồ và bản vẽ, chế tạo/mua sắm thiết bị, và vận chuyển đến công trường, lắp đặt và vận hành. Khi cần có thể tiến hành đào tạo nhân lực song song vì ngay cả những giải pháp tuyệt vời nhất cũng có thể bị thất bại do không được tiếp quản bởi những người được đào tạo đầy đủ. Nhóm triển khai cần biết rõ về công việc cũng như mục đích công việc ở mức độ có thể, vì có những gợi ý hữu ích thường xuất phát từ đội triển khai.

4.5.3 Nhiệm vụ 16: Quan trắc và đánh giá kết quả

Cuối cùng, các giải pháp được triển khai cần phải được quan trắc để đánh giá việc thực hiện. Các kết quả thu được cần phải phù hợp với những gì đã ước tính/tính toán trong đánh giá kỹ thuật; và các nguyên nhân sai lệch, nếu có, cũng phải được nêu ra. Có thể dùng phiếu công tác 19 để thực hiện mục tiêu này. Các vấn đề sắp xảy ra cần phải đặc biệt đánh dấu và lưu tâm. Cần phải chuẩn bị bản báo cáo đầy đủ để trình lên ban lãnh đạo. Những người có liên quan cần phải được biết các kết quả này. Công tác triển khai chỉ được coi là kết thúc sau khi thực hiện thành công và duy trì hoạt động ổn định trong một thời gian đủ dài.

PHIẾU CÔNG TÁC 19: Quan trắc kết quả thực hiện SXSH

Tên đầu vào	Các lợi ích kỹ thuật				Các lợi ích kinh tế	Các lợi ích môi trường
	Đơn vị	Trước khi áp dụng SXSH	Sau khi áp dụng SXSH	Tiết kiệm hàng năm		
Hóa chất					Tổng tiết kiệm hàng năm: đồng	Giảm tiêu thụ Hóa chất Giảm ...m ³ nước thải Giảm ... tấn CO ₂ Giảm ... kg hoá chất thải Giảm ... BOD, COD
Nước						
Điện						
Dầu						
....						

Phiếu công tác 19: Theo dõi và đánh giá kết quả (Ví dụ xuyên suốt)					
Tên nguyên liệu hoặc nguồn lực	Các lợi ích kỹ thuật			Các lợi ích kinh tế (VND/năm)	Các lợi ích môi trường (lượng phát thải giảm/năm)
	Trước SXSH	Thực tế sau SXSH	Nguyên liệu và năng lượng tiết kiệm được		
Điện cho công đoạn sấy	200kwh/ngày	80kwh/ngày	120kwh/ngày	59.904.000	Phát thải CO ₂ giảm 40,44 tấn/năm
Nước tại xưởng DEMO (thí điểm)	0,0031m ³ /dm ²	0,0026 m ³ /dm ²	0,0005m ³ /dm ²	1.872.000	Nước thải giảm 312 m ³ /năm
Hóa chất chính: Chromic	0,681 gram/dm ²	0,579 gram/dm ²	0,102gram/dm ²	2.359.000	Crom thải ra môi trường giảm 63,76 kg/năm
Nước ở các phân xưởng khác	750 m ³ / tháng	630m ³ /tháng	120m ³ / tháng	8.640.000	Nước thải giảm 1440m ³ /năm
Tổng: 72.775.000 VND/năm					
<p>Nhận xét: Số liệu về điện cho sấy và nước ở các phân xưởng khác ở bảng này tính theo đơn vị lượng/thời gian, vì thế mà phép so sánh là không khách quan và thiếu chính xác. Để có con số theo dõi lợi ích do các giải pháp SXSH mang lại một cách đáng tin cậy, cần thu thập số liệu tiêu hao các đầu vào trên mỗi dm² như ở hai thông số còn lại trong bảng trên.</p>					

4.6 Bước 6: Duy trì hoạt động SXSH

Thách thức lớn nhất cho các hoạt động SXSH ở các nhà máy nhỏ là làm thế nào để duy trì bền vững chương trình SXSH. Thành công của chương trình SXSH dễ bị tiêu tan, và nhà máy lại trở về tình trạng như ban đầu. Sự nhiệt tình và tốc độ của đội SXSH cũng có xu hướng trùng xuống. Thường thì lãnh đạo cao nhất là người chịu trách nhiệm cho những cái kết đáng buồn đó. Rút bỏ cam kết, chi phí sản xuất phụ trội, không có chính sách khen thưởng và khích lệ công việc và hoán đổi các ưu tiên chính là những lý do thường gặp phải mà chúng ta cần phải kiểm tra và tránh. Việc quan trắc và xem xét lại các giải pháp đã triển khai cần phải được trình bày để có thể khích lệ được mong muốn giảm thiểu chất thải. Cần phải có nỗ lực để tích hợp SXSH vào quy trình lập kế hoạch thường ngày của công ty. Việc tham gia của nhiều nhân viên và khen thưởng cho người xứng đáng sẽ là một chìa khóa chắc chắn để đảm bảo sự bền vững của chương trình.

Triển khai xong các giải pháp SXSH trong khu vực đã nghiên cứu, nhóm SXSH nên trở lại bước 2 – Phân tích quy trình – tiến hành xác định cũng như lựa chọn các bước quy trình gây lãng phí tiếp theo. Chu trình này sẽ lại diễn ra liên tục tới khi tất cả các bước đã được thực hiện đầy đủ. Khi đó tại bước đầu tiên được triển khai, các cơ hội SXSH khác sẽ có thể xác định được, và điều này cho phép tiếp tục chu trình. Nói tóm lại, triết lý SXSH cần phải được xây dựng ngay chính trong công ty. Điều này có nghĩa là SXSH cần phải trở thành một phần không thể tách rời của hoạt động sản xuất của công ty. Mọi chương trình SXSH thành công cho tới nay đều áp dụng triết lý này.

5 Trở ngại trong việc thực hiện SXSH và cách khắc phục

Chương này đề cập đến các trở ngại khác nhau khi tiến hành Đánh giá SXSH. Đồng thời các biện pháp khắc phục các trở ngại này cũng được đề xuất. Các biện pháp này có thể thuộc phạm vi ngành hoặc cũng có thể là các quyết định mang tính chính sách của chính phủ.

Gần đây SXSH đã được chứng minh là một trong những cách thức tiếp cận chủ động nhằm nâng cao khả năng sinh lợi, cải thiện môi trường làm việc và giảm ô nhiễm trong ngành xử lý hoàn tất sản phẩm kim loại. Tuy nhiên, còn tồn tại một số loại rào cản có thể làm ngừng trệ hoặc cản trở tiến độ của một chương trình SXSH. Chương này sẽ bàn đến một số rào cản đối với việc triển khai chương trình SXSH, gồm:

- Rào cản thái độ
- Rào cản hệ thống
- Rào cản tổ chức
- Rào cản kỹ thuật
- Rào cản kinh tế
- Rào cản chính phủ

Việc xác định các trở ngại thường sẽ hỗ trợ phát sinh ra những gợi ý để vượt qua. Vì thế chương này sẽ đưa ra nhiều biện pháp để đối phó và gỡ bỏ các rào cản. Đây là những bước chủ động, tích cực mà những người ủng hộ SXSH có thể áp dụng để khắc phục trở ngại khi xây dựng ý tưởng và thực hành mới thường kim hãm chương trình SXSH.

Thứ tự trình bày các rào cản cũng như giải pháp trong phần này phản ánh trình tự mà các rào cản thường phát sinh. Tuy nhiên, cách phân loại này không phải là bắt buộc áp cho tất cả các nhà máy, bởi lẽ các rào cản gặp phải trong bất kỳ nhà máy nào cũng đều có thể là kết quả của nhiều cản trở đồng thời. Xin có lời khuyên cho các cán bộ lãnh đạo nhà máy là những rào cản cũng như biện pháp cần phải được xác định cụ thể cho từng doanh nghiệp và không bao giờ có biện pháp chung nào phù hợp cho mọi doanh nghiệp.

5.1 Các rào cản thái độ

Thái độ phản ánh trong các câu nói như “Sẽ luôn phải chịu tổn kém nếu quan tâm đến môi trường” và “SXSH trong thời gian tới là điều không tưởng” vẫn còn phổ biến trong công nghiệp. Tuy nhiên những cách nhìn này sẽ ít đi nếu xem xét đến kinh nghiệm thực tiễn hoặc ước tính chi phí thực tế, và vì thế, đó chính là các ví dụ hoàn hảo về những rào cản thái độ cản trở doanh nghiệp quan tâm các giải pháp SXSH. Các đánh giá SXSH hoặc các nghiên cứu khác thường chỉ ra rằng nhiều loại rào cản khác nhau được đưa ra dưới các thuật ngữ tài chính hoặc kỹ thuật nhưng kỳ thực lại là vấn đề thái độ. Ta có thể phân loại rào cản thái độ như sau:

- Bàng quan với các vấn đề quản lý nội vi và môi trường
- Không muốn thay đổi

5.1.1 Bàng quan với các vấn đề quản lý nội vi và môi trường

Quản lý tốt nội vi mang tính văn hóa nhiều hơn là kỹ thuật. Rất nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) là những doanh nghiệp gia đình và vì vậy hiểu biết về văn hóa quản lý nội vi chưa đầy đủ. Các doanh nghiệp này từ khi hình thành đã không có được một hệ thống quản lý chuyên nghiệp. Từ những người công nhân đến người điều hành cao nhất đều coi những thiếu sót trong quản lý nội vi như một phần tất yếu của hoạt động công nghiệp chứ không phải là do lỗi quản lý hoặc hiệu quả kém. Lối suy nghĩ này trong công nghiệp đã gây ra các vấn đề môi trường, là kết quả do sự thờ ơ trước các vấn đề môi trường và một hệ thống đánh giá không đúng mức các vấn đề môi trường khi chỉ quan tâm tới các chiến lược kinh doanh vì mục đích kiếm lời trong thời gian ngắn.

5.1.2 Không muốn thay đổi

Nhân sự của nhà máy thường không muốn thay đổi do sợ thất bại hoặc do không hiểu biết. Rất nhiều công nhân vận hành không được đào tạo một cách chính quy và ngần ngại trước các hoạt động thử nghiệm vì họ sợ rằng những thay đổi so với thực hành tiêu chuẩn làm họ mất khả năng kiểm soát quy trình và giảm năng suất. Vì thế mà người ta thường từ chối thử nghiệm các giải pháp SXSH. Sự e ngại đó chính là nền tảng phát sinh hội chứng “Đừng bắt tôi là người đầu tiên” (NMF –not me first), nghĩa là người ta không sẵn sàng thử bất kỳ ý tưởng nào nếu như chưa được thực hiện thành công ở đâu đó trước.

5.1.3 Các biện pháp khắc phục các rào cản thái độ

Các giải pháp sau đây rất có hiệu quả để đối phó với các rào cản thái độ:

- Thành công sớm
- Có sự tham gia của công nhân
- Khuyến khích hoạt động thử nghiệm
- Công bố những thành công đầu tiên về SXSH

Thành công đầu tiên về SXSH

Những thành công đầu tiên có thể khuyến khích ban lãnh đạo cũng như công nhân vận hành và quản đốc để tiếp tục các thử nghiệm SXSH. Các đánh giá trước hết cần phải nhận diện các giải pháp hiển nhiên với chi phí thấp hoặc không tốn chi phí. Các giải pháp này dẫn đến việc loại bỏ các thiếu sót trong quản lý nội vi, bảo dưỡng và kiểm soát quy trình, có con số tiết kiệm tài chính rõ ràng, và thường được xác định trong cuộc khảo sát thực địa lần đầu tiên tại công ty.

Có sự tham gia của công nhân

Để loại bỏ được các rào cản ý thức trong toàn bộ đội ngũ công nhân viên của doanh nghiệp, thì ngay từ đầu mọi nhân viên đều phải được tham gia xây dựng các giải pháp SXSH.

Khích lệ các hoạt động thử nghiệm (Đặc biệt là với các giải pháp chi phí thấp hoặc không tốn phí).

Nỗi lo sợ về thất bại và những điều vô hình có thể được loại bỏ bằng những hướng dẫn cụ thể đúng trọng tâm để thử nghiệm như sửa đổi quy trình làm việc hoặc chọn loại nguyên liệu thô hoặc các phụ gia thay thế. Để hạn chế tối đa rủi ro, các hoạt động thử nghiệm nên bắt đầu bằng những thực hành không tốn chi phí hoặc chi phí thấp, chẳng hạn như cải thiện công tác quản lý nội vi và tối ưu hóa quy trình, và dần dần sẽ mở rộng dựa trên các bài học kinh nghiệm thu được.

Công bố những thành công ban đầu trong thực hiện SXSH:

Các nhà máy nên nhấn mạnh những lợi ích cả về tài chính lẫn môi trường của những thành công ban đầu trong thực hiện SXSH để nâng cao nhận thức trong toàn thể lực lượng lao động và duy trì sự cam kết cũng như sự tham gia của những người có thẩm quyền quyết định chính.

5.2 Các rào cản mang tính hệ thống

Các dữ liệu quan trắc sản xuất và các quy trình thông thường để phân tích dữ liệu có ý nghĩa rất quan trọng giúp tránh được những cuộc thảo luận mang tính chủ quan và phiến diện trong khi tiến hành đánh giá SXSH. Việc thu thập dữ liệu và xây dựng các hệ thống thông tin trong nội bộ công ty là điều kiện tiên quyết để thiết lập lên một cơ sở chính xác và đáng tin cậy trong SXSH và các hoạt động khác.

Tuy nhiên, có ý kiến cho rằng các lợi ích kinh tế mang tính tức thời của việc không lưu giữ hồ sơ sản xuất có thể làm lu mờ các ưu điểm của hoạt động thu thập và đánh giá dữ liệu một cách thích hợp nhằm hướng tới tối ưu hóa quy trình sản xuất. Mặc dù việc thu thập các dữ liệu nền là một điều kiện quan trọng để bắt đầu các hoạt động SXSH nhưng thường thì các công việc này chưa phải bắt buộc phải làm ngay cho tới khi những thiếu sót trong quản lý nội vi và bảo dưỡng thiết bị được hoàn toàn loại bỏ. Các rào cản mang tính hệ thống có thể được xác định như sau:

- Thiếu kỹ năng quản lý chuyên nghiệp,
- Các hồ sơ sản xuất sơ sài,
- Các hệ thống quản lý không đầy đủ và kém hiệu quả,

5.2.1 Thiếu các kỹ năng quản lý chuyên nghiệp

Hiện nhiều công ty vẫn có thể còn có sự thiếu hụt trong những lĩnh vực sau thuộc các kỹ năng quản lý chuyên nghiệp:

- Kỹ năng lãnh đạo: rất ít chủ doanh nghiệp hoặc những người có quyền quyết định là những nhà quản lý chuyên nghiệp và thường không thực hiện đúng vai trò lãnh đạo và dẫn dắt cần thiết để phát triển doanh nghiệp. Kết quả là nhân viên bị hạn chế tư duy sáng tạo trong những công việc chi tiết hàng ngày mà không có các mục tiêu cho tương lai.

- Kỹ năng giám sát: Những người quản đốc trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ thường là những người được cử lên vì họ có thành tích tốt trong công việc mà không phải là người đã được đào tạo kỹ năng giám sát: như hướng dẫn, quản lý và dẫn dắt những người công nhân khác. Vì vậy mà những người công nhân vận hành thường xem các quản đốc như những đồng nghiệp cấp cao thay vì xem họ như những quản đốc phân xưởng người có những chỉ đạo và tầm nhìn rộng, và là người chịu trách nhiệm trước họ.

5.2.2 Các hồ sơ sản xuất sơ sài

Các nhà máy thường không thực hiện được đầy đủ công tác ghi chép hồ sơ tiêu thụ nước, năng lượng, nguyên liệu; kiểm kê hóa chất, nhiên liệu và nguyên liệu thô; các phiếu ghi chép hàng ngày tại xưởng về thông tin đầu vào, đầu ra, thời gian dừng máy, v.v...; hoặc các ghi chép về môi trường như chất lượng và khối lượng chất thải lỏng, rắn và khí. Do duy trì hoạt động ghi chép hồ sơ nên các kỹ năng phân tích đánh giá dữ liệu không được rèn rũa, đây là một thiếu sót làm ảnh hưởng đến việc xác định các giải pháp một cách có hệ thống.

5.2.3 Các hệ thống quản lý không đầy đủ và kém hiệu quả

Khi không có một hệ thống quản lý tốt, thì các luồng chức năng, trách nhiệm báo cáo, và trách nhiệm công việc sẽ không được rõ ràng. Sự mơ hồ về các tiêu chí thực hiện sẽ làm cho công nhân lẫn tránh các công việc không thường lệ như các giải pháp liên quan đến SXSH. Các lỗ hổng trong hệ thống quản lý đặc biệt rõ ràng trong các khía cạnh sau:

- Nâng cao tính chuyên nghiệp cho công nhân: rất nhiều công ty chưa thực hiện đầy đủ hoặc không thực hiện công tác đào tạo một cách hệ thống nhằm nâng cao các kỹ năng nghề nghiệp cho công nhân vì vậy mà người công nhân đã không được cập nhật với những khái niệm mới trong công nghiệp như SXSH.
- Lập kế hoạch sản xuất: Các kế hoạch sản xuất thường được lập trên cơ sở từng ngày một, điều này làm cản trở công việc lâu dài mang tính hệ thống, chẳng hạn như việc thu thập số liệu đầu vào hoặc đánh giá tác động cho các biện pháp đã triển khai.

5.2.4 Các biện pháp khắc phục rào cản mang tính hệ thống

Các biện pháp khắc phục sau đây được đưa ra nhằm giải quyết các cản trở mang tính hệ thống:

- Lập hồ sơ và bản vẽ sơ đồ nhà máy chi tiết đầy đủ
- Xây dựng bộ phận bảo dưỡng SXSH trong nội bộ công ty
- Đào tạo một nhóm SXSH cấp nhà máy
- Xây dựng các chỉ số quản lý đơn giản
- Phát động quản lý tốt nội vi từ ở tất cả các cấp.
- Quảng bá các ví dụ thành công

Lập hồ sơ và bản vẽ sơ đồ nhà máy chi tiết đầy đủ

Các nhà máy có thể hoàn thiện các bản vẽ sơ đồ và tài liệu về cơ sở mình bao gồm tất cả những dự án sửa chữa và mở rộng công suất gần đây nhất. Các tài liệu này sẽ là nguồn thông tin quan trọng cho công tác phân tích và đánh giá dữ liệu trong các đánh giá SXSH.

Xây dựng bộ phận bảo dưỡng SXSH trong nội bộ công ty

Thông thường, các công ty có bộ phận bảo dưỡng nội bộ và các thiết bị chế tạo cơ bản sẽ luôn đi trước một bước so với các công ty phải phụ thuộc vào các nhà thầu bảo dưỡng và sửa chữa bên ngoài.

Đào tạo một nhóm SXSH của nhà máy

Việc tổ chức một cuộc tập huấn cho nhóm SXSH của nhà máy khi bắt đầu tiến hành đánh giá SXSH là một trong những khuyến cáo hàng đầu. Cuộc tập huấn này cần phải làm rõ các mục tiêu SXSH – giảm các tác động môi trường bằng cách nâng cao hiệu quả sản xuất – và chứng minh được những lợi ích của việc sản xuất có kế hoạch và sự cần thiết phải thu thập và đánh giá các hồ sơ sản xuất mang tính thực chất. Công ty cũng cần phải chú ý minh họa những phương pháp giải quyết vấn đề, nếu có kèm các ví dụ của chính công ty thì càng tốt, chẳng hạn như những thiếu sót trong quản lý nội vi hoặc bảo dưỡng. Để có được những kết quả tốt nhất, những người ra quyết định chủ chốt, bao gồm cả chủ sở hữu doanh nghiệp lẫn các quản đốc phân xưởng cần phải tham gia hoạt động này.

Xây dựng các chỉ số quản lý đơn giản

Khi không có những kỹ năng quản lý chuyên nghiệp, thì công ty cần xây dựng các chỉ số đơn giản để giúp ban lãnh đạo và các quản đốc có thể kiểm soát được các quy trình sản xuất và để hạn chế tối đa việc lãng phí nguyên liệu, nước và năng lượng. Các chỉ số đơn giản như lượng nguyên liệu đầu vào và năng lượng tiêu thụ trên một đơn vị sản phẩm đầu ra đã có thể là đủ để thể hiện được các lợi ích khi cải thiện công tác quản lý nội vi, và là cơ sở khởi xướng các nỗ lực liên tục trong vấn đề này.

Phát động quản lý nội vi ở tất cả các cấp

Như có thể thấy ở rất nhiều công ty đã thực hiện kiểm soát công tác quản lý nội vi, công tác này sẽ được cải thiện khi có cấp lãnh đạo làm gương. Ban lãnh đạo cao nhất của doanh nghiệp có thể đều đặn xác định những thiếu sót trong việc quản lý nội vi, ví dụ như thiết bị và đường ống bị rò rỉ và nguyên liệu rơi tràn, và theo dõi sát việc loại trừ những thiếu sót này.

Quảng bá các ví dụ thành công

Các ví dụ thực hiện SXSH thành công có thể giúp tạo ra và nâng cao nhận thức về SXSH. Những trường hợp này cần phải được ghi chép lại chi tiết gồm các dữ liệu trước và sau liên quan đến cả kinh tế và môi trường, qua đó chứng minh vai trò quan

trọng của hệ thống thông tin chính xác đối với sự thành công của chương trình SXSH. Tài liệu và các cuộc hội thảo chung cũng như chuyên ngành có thể là những biện pháp quảng bá hữu hiệu cho những thành công đạt được.

5.3 Các rào cản tổ chức

Cơ cấu tổ chức của một công ty có thể cản trở việc đưa vào áp dụng các thực hành quản lý môi trường. Ví thể, việc đánh giá mối liên hệ của các nhiệm vụ và trách nhiệm đến quản lý sản xuất và các vấn đề môi trường được phân chia như thế nào trong công ty và khuyến nghị thay đổi để thuận lợi cho chương trình SXSH là rất quan trọng. Quản đốc phân xưởng và các nhân viên kỹ thuật cần tham gia vào nhóm dự án, cũng như sẽ hợp tác với các tư vấn viên bên ngoài. Các rào cản mang tính tổ chức có thể được phân thành 3 nhóm tách biệt nhưng liên quan với nhau (đặc biệt là trong các SMEs):

- Tập trung hoá quyền ra quyết định
- Quá chú trọng vào sản xuất
- Không có sự tham gia của công nhân.

5.3.1 Tập trung hoá quyền ra quyết định

Thường người đưa ra mọi quyết định là giám đốc điều hành, dù đó chỉ là những quyết định về giải pháp đơn giản ít tốn kém. Các vị lãnh đạo này thường không nắm được những tác động tích cực của các công cụ tạo động lực, ví dụ như công nhận và tặng thưởng cho nhân viên hoặc các chế độ khen thưởng và khích lệ. Không được chia sẻ trách nhiệm đưa ra quyết định, các nhân viên khác thiếu chủ động tham gia các nhiệm vụ mới có tính thách thức như SXSH, và nếu thành lập nhóm SXSH, các thành viên của nhóm có thể sẽ cho là họ không có vai trò gì thực sự trong chương trình này.

5.3.2 Quá chú trọng vào sản xuất

Sức ép sản xuất có thể dẫn đến việc không chú trọng dành thời gian và công sức cần thiết để tiến hành đánh giá SXSH. Ở một số công ty, sự chú trọng này được duy trì bởi thực tế là tiền lương cho công nhân được thanh toán theo hình thức khoán sản phẩm, theo đó càng làm ra nhiều sản phẩm thì thu nhập của người công nhân càng cao. Và trong một hệ thống kiểu này thì sẽ có khuynh hướng bị bỏ qua vấn đề về SXSH và các tiêu chuẩn về quản lý nội vi để nâng cao số lượng sản phẩm.

5.3.3 Không có sự tham gia của công nhân

Người lao động ở bộ phận sản xuất không tham gia vào các hoạt động SXSH trừ phi họ được giám đốc điều hành ra lệnh. Các công nhân kỹ thuật thường gặp phải tình trạng công việc quá tải và không có thời gian để tham gia vào thực hiện đánh giá SXSH. Đôi khi họ đề cử các nhân viên trình độ thấp tham gia vào các cuộc họp nhóm SXSH với lý do công việc quá tải.

5.3.4 Các biện pháp khắc phục các rào cản mang tính tổ chức

Các cơ chế đối phó với các rào cản mang tính tổ chức gồm:

- Chia sẻ thông tin
- Tổ chức nhóm dự án có năng lực
- Công nhận và khen thưởng những nỗ lực thực hiện SXSH
- Xác định chi phí đối với sản xuất và phát thải.

Chia sẻ thông tin

Chia sẻ các dữ liệu về chi phí giữa cán bộ quản lý và các công nhân vận hành sẽ khuyến khích những công nhân vận hành làm việc cẩn thận hơn với các nguyên liệu đắt tiền. Chia sẻ thông tin về các nguyên nhân hỏng thiết bị đã nhận diện được hoặc các sản phẩm không đạt tiêu chuẩn, giữa các công nhân vận hành, giữa người công nhân kỹ thuật và quản đốc, sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho tiếp cận giải quyết vấn đề để loại bỏ các nguyên nhân phát sinh lãng phí.

Tổ chức một đội dự án có năng lực

Một đội SXSH được tổ chức tốt và có năng lực là một điều kiện then chốt để thực hiện đánh giá SXSH và loại bỏ các rào cản của SXSH. Tuy nhiên, việc thiết lập một nhóm SXSH hiệu quả có thể không phải là một việc dễ dàng khi tính đến khả năng ít được công nhận và mức độ ưu tiên dành cho hoạt động SXSH hiện còn đang thấp, tỷ lệ tham gia công nhân ít, và cung cách quản lý chuyên quyền. Vì thế cần phải tạo ra được thế cân bằng giữa tình huống mong muốn là một đội dự án thực hiện tốt chức năng của mình - có thể tự mình xây dựng và thực thi giải pháp SXSH - và tình huống phổ biến là cấu trúc tổ chức hạn chế quyền quyết định và cản trở sự sáng tạo trong giải quyết vấn đề. Các công ty nên chọn đội trưởng là người có thẩm quyền quyết định việc thực thi chí ít là các giải pháp chi phí thấp và không tốn chi phí. Nhóm này cũng cần phải có một hoặc vài vị quản đốc và công nhân có liên quan trực tiếp nhất (các công nhân trong phân xưởng).

Công nhận và khen thưởng các nỗ lực thực hiện SXSH

Khi nhóm đã nhận định và đánh giá được các cơ hội SXSH, thì công ty cần phải thiết lập ra các cơ chế khích lệ động viên cho nhóm chẳng hạn như công nhận rộng rãi về chương trình, các phần thưởng, và công bố những thành công ban đầu.

Xác định chi phí sản xuất và phát thải

Để mở rộng phạm vi quản lý vượt ra ngoài quản lý thành phẩm nhằm tiến lên một biện pháp quản lý toàn diện hơn về tính hiệu quả của sản xuất thì việc xác định các chi phí cho từng yếu tố sản xuất khác nhau và dòng thải là vô cùng cần thiết. Thông thường, các nhà quản lý có thể được khuyến khích thực hiện nhờ những phép tính đơn giản về giá trị bằng tiền của nguyên liệu, hóa chất và những sản phẩm bị thất thoát cho một dòng thải đặc biệt nào đó.

5.4 Các rào cản kỹ thuật

SXSH thường yêu cầu phải có những thay đổi kỹ thuật trong các hệ thống thiết bị, công cụ, các nguyên liệu đầu vào, phụ gia, quy trình và thiết bị. Do việc triển khai SXSH phụ thuộc vào công nghệ, các yếu tố kỹ thuật thường trở thành những rào cản trong quá trình này. Các rào cản kỹ thuật trong các nhà máy hay doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) có thể nhóm lại như sau:

- Năng lực kỹ thuật hạn chế
- Tiếp cận thông tin kỹ thuật còn gặp hạn chế
- Các hạn chế công nghệ

5.4.1 Năng lực kỹ thuật hạn chế

Với hầu hết các SMEs, năng lực sản xuất bị giới hạn trong phạm vi kinh nghiệm của người công nhân mà hầu hết không có năng lực trình độ kỹ thuật để giám sát, điều khiển và cải tiến công nghệ sản xuất. Các hạn chế về tay nghề kỹ thuật có thể nằm dưới các dạng:

- Nguồn nhân lực không được đào tạo hoặc được đào tạo không đầy đủ: không có nhân sự kỹ thuật trong công ty hoặc tại địa phương, vì vậy mà nhiều công ty phải phụ thuộc vào các chuyên gia bên ngoài để tiến hành đánh giá SXSH.
- Thiếu các phương tiện quan trắc: không có các phương tiện quan trắc để triển khai đánh giá SXSH nên nhiều công ty phải phụ thuộc vào một số lượng có hạn các cơ quan bên ngoài, chi phí tốn kém và thường có trụ sở ở xa. Khi không có đầy đủ trang thiết bị quan trắc thì việc thu thập dữ liệu nền sẽ bị ảnh hưởng.
- Các điều kiện bảo dưỡng còn hạn chế: Bộ phận bảo dưỡng tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ thường chỉ được trang bị và cung cấp nhân sự vừa đủ cho các hoạt động bảo dưỡng thông thường và đáng tiếc là như vậy thì không có đủ khả năng ứng phó với các trường hợp sự cố thiết bị hư hỏng xảy ra. Ở các công ty này, các công việc bảo dưỡng lớn như đại tu, quán lại động cơ và làm vệ sinh nồi hơi thường phải nhờ đến các công ty bên ngoài với chi phí mà các SMEs đều e ngại và vì thế đã làm ảnh hưởng đến công tác triển khai SXSH.

5.4.2 Tiếp cận thông tin kỹ thuật còn gặp hạn chế

Thông thường các SMEs hay gặp hạn chế trong việc tiếp cận các nguồn thông tin kỹ thuật và những trường hợp thành công về giảm tiêu thụ tài nguyên và các kỹ thuật ít lãng phí. Ngoài ra, hầu hết các công ty đều không có tài liệu kỹ thuật thích hợp. Các thông tin từ nước ngoài không phải lúc nào phù hợp hoặc không phải là được viết riêng cho thực tế và quy mô kỹ thuật trong hoạt động của các SMEs.

5.4.3 Các hạn chế về công nghệ

Các khoảng cách công nghệ vẫn còn tồn tại ở các SMEs bắt chước những nỗ lực hiện đại hóa, do các quy trình lỗi và theo lối mòn đã biến đổi hầu hết công nghệ cũ truyền

thống thiếu nghiên cứu yếu tố kỹ thuật và hóa học cơ bản của hệ thống. Chính sự bỏ qua này đã dẫn đến tình trạng tận dụng thiết bị không hiệu quả, dưới mức tối ưu và rốt cuộc là phát thải ở mức độ cao.

5.4.4 Các biện pháp khắc phục rào cản kỹ thuật

Các nhà máy có khả năng vượt qua những rào cản kỹ thuật là những nơi có công nhân được đào tạo những kỹ năng kỹ thuật phù hợp và không phải phụ thuộc vào các nguồn bên ngoài về các nhu cầu chế tạo của công ty mình. Các rào cản tiếp cận công nghệ phù hợp có thể được khắc phục thông qua các biện pháp sau:

- Nhân viên có trình độ kỹ thuật cao
- Trang bị cơ sở vật chất cho công tác gia công tại nhà máy
- Quảng bá các ví dụ thành công khi áp dụng các kỹ thuật và công nghệ SXSH
- Hỗ trợ theo nhu cầu cho công tác nghiên cứu và phát triển vì môi trường.

Nhân viên có trình độ kỹ thuật cao

Những công ty sở hữu những công nhân có trình độ kỹ thuật sẽ gặp ít khó khăn hơn khi bắt đầu tiến hành SXSH. Các nhân viên này có thể dễ dàng tiếp thu những khái niệm mới về SXSH và có thể vận dụng phương pháp làm việc chung trong những tình huống cụ thể tại công ty mình.

Trang bị cơ sở vật chất cho công tác gia công tại nhà máy

Các doanh nghiệp vừa và nhỏ có truyền thống tận dụng các thiết bị cũ, đã bị thải ra ở nơi khác mang về sửa chữa để sử dụng theo một cách mới và cải tiến, và qua đó tích lũy thêm trình độ chuyên môn trong việc tìm ra kỹ thuật sửa chữa đơn giản nhưng thông minh. Đặc biệt các công ty thực hiện chế tạo tại chỗ (như có các xưởng cơ khí, điện hay dân dụng) thì thường có những khả năng chuyên môn đó để giúp họ có thể nhận diện ra các giải pháp SXSH hoặc biến những đề xuất cải tiến mà các chuyên gia bên ngoài gợi ý thành các giải pháp.

Quảng bá các trường hợp thành công khi áp dụng các kỹ thuật và công nghệ SXSH

Quảng bá các kỹ thuật và công nghệ SXSH thành công có thể tạo ra một động lực mạnh mẽ để xóa bỏ những trở ngại kỹ thuật cố hữu. Việc phát hành các tài liệu kỹ thuật SXSH và tổ chức các hội thảo và hội nghị chuyên đề là những hoạt động hữu hiệu trong công tác quảng bá những thành công này. Để chuẩn hóa việc thực hiện các kỹ thuật và công nghệ SXSH trong phạm vi ngành thì các kỹ thuật cũng như công nghệ này cần phải được quảng bá tới các doanh nghiệp thông qua các tổ chức trung gian như các cơ quan dịch vụ công nghiệp, các tổ chức chuyên nghiệp, các hiệp hội công nghiệp và thậm chí là cả những nhà cung cấp thiết bị.

Hỗ trợ theo nhu cầu cho các nghiên cứu và phát triển vì môi trường

Công tác nghiên cứu và phát triển sẽ giúp xóa bỏ những khu vực mà tại đó ngay cả công nghệ tiên bộ nhất cũng không thể ngăn chặn được các vấn đề môi trường theo các quy mô sản xuất đặc thù của các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

5.5 Các rào cản kinh tế

Các rào cản kinh tế chính của SXSH là:

- Các ưu đãi tài chính thường ưu tiên khối lượng sản xuất hơn các chi phí sản xuất
- Nguyên liệu thô giá thấp và dễ kiếm
- Chính sách đầu tư hiện hành
- Vốn có chi phí cao và khó tiếp cận

5.5.1 Ưu tiên cho khối lượng sản xuất hơn là chi phí sản xuất

Các ưu đãi tài chính phổ biến hiện nay, như miễn giảm về thuế thu môn bài, thuế thu nhập doanh nghiệp, v.v... chủ yếu liên quan đến khối lượng sản xuất và rất ít hoặc không có liên quan gì tới các chi phí sản xuất. Vì thế các doanh nghiệp thường có xu hướng tập trung tối đa hóa sản xuất để tạo ra lợi nhuận tài chính tối đa và xếp việc thực hành giảm chi phí sản xuất như SXSH sang hàng thứ yếu.

5.5.2 Nguyên liệu thô giá rẻ và dễ kiếm

Nhiệt tình xác định và triển khai các biện pháp SXSH thường bị làm nguội đi bởi các nguồn tài nguyên thiên nhiên quá sẵn và rẻ mạt ở nhiều vùng có tài nguyên thiên nhiên, chẳng hạn như các phế phẩm nông nghiệp, nước, và nhiên liệu.

5.5.3 Chính sách đầu tư hiện hành

Bản chất lâm thời của các hoạt động đầu tư trong ngành công nghiệp xử lý hoàn tất kim loại là một yếu tố bất lợi cho SXSH ở một số phương diện liên quan lẫn nhau:

Giới hạn phép phân tích kinh tế trong phạm vi các chi phí và lợi ích trực tiếp: Yếu tố kinh tế của tất cả các khoản đầu tư bao gồm cả các giải pháp SXSH được tính chủ yếu dựa trên cơ sở khoản hoàn vốn trực tiếp và các khoản thu tài chính ngắn hạn. Vì thế, chỉ có tăng công suất sản xuất, giảm tiêu thụ nguyên nhiên liệu và giảm những chi phí sản xuất hiển nhiên, như lao động, mới được đặc biệt chú ý. Những lợi ích tích lũy từ lượng điện tiêu thụ giảm và chi phí kiểm soát ô nhiễm giảm thường không được tính đến thường xuyên, do các chi phí để thực hiện các giải pháp nhằm thu được những khoản tiết kiệm chưa phát sinh. Các khoản tiết kiệm thu được từ các giải pháp môi trường thường là một phần quan trọng trong các lợi ích kinh tế của các giải pháp SXSH. Vì thế, khi không gộp được các tiêu chí đó vào trong quá trình phân tích kinh tế thì các giải pháp SXSH khó mà được chấp nhận.

5.5.4 Các biện pháp khắc phục các rào cản kinh tế

Các nhà máy có nền tảng tài chính vững vàng, và những doanh nghiệp không ngần ngại triển khai các giải pháp không tốn kém hoặc chi phí thấp thường mở rộng được các cơ hội để khắc phục các rào cản kinh tế cho mình. Các công ty có thể tận dụng các biện pháp sau:

- Tài chính vững mạnh
- Triển khai các giải pháp có tính hấp dẫn về tài chính
- Phân bổ chi phí hợp lý và đầu tư có kế hoạch
- Các chính sách công nghiệp lâu dài
- Các khuyến khích về tài chính

Vì thực tế cho thấy các công ty có khả năng tài chính vững mạnh thường ít chịu ảnh hưởng của các rào cản kinh tế hơn cho nên cần sử dụng thực trạng tài chính của công ty như một tiêu chí lựa chọn công ty để trình diễn đầu tư cho SXSH.

5.5.5 Triển khai các giải pháp có tính hấp dẫn về tài chính

Triển khai các giải pháp SXSH chi phí thấp hoặc không tốn chi phí có thể mở đường cho việc triển khai các giải pháp được lựa chọn có chi phí cao hơn trong tương lai gần. Trình diễn tính khả thi kinh tế của các giải pháp này có thể giúp công ty định lượng được khoản hỗ trợ tài chính tăng thêm.

5.5.6 Phân bổ chi phí hợp lý và đầu tư có kế hoạch

Nhận thức về các chi phí phát sinh do lãng phí là một điểm quan trọng của bất cứ chương trình SXSH nào. Để dẫn chứng tiềm năng tiết kiệm nhờ SXSH, công ty cần phải tiến hành ước tính chi phí cho rất nhiều yếu tố trong một dòng thải, v.d: năng lượng, nguyên liệu thô, nước, và sản phẩm. Khi đã phân bổ được các chi phí của các yếu tố này, công ty có thể xác định chi phí cho một dòng thải và ước tính các khoản tiết kiệm thu được từ việc giảm thiểu hoặc xóa bỏ dòng thải đó. Hoạt động này cũng sẽ giúp xác định được khoản tài chính thất thoát qua cống thải.

5.5.7 Các chính sách công nghiệp lâu dài

Các chính phủ cần phải tránh việc thường xuyên thay đổi các chính sách công nghiệp, một kiểu duy trì việc lập kế hoạch đầu tư thiển cận trong khu vực kinh tế tư nhân. Các kế hoạch đầu tư công nghiệp dài hạn sẽ giúp các nhà máy tích hợp SXSH vào việc lập kế hoạch đầu tư và khuyến khích họ trở nên có tính cạnh tranh cao hơn mà không cần có sự bảo hộ tài chính giả tạo.

5.5.8 Các khuyến khích về tài chính

Để thúc đẩy việc triển khai các giải pháp SXSH đầu tư lớn, các kế hoạch tài chính, trong đó đặt ưu tiên cho các đề án SXSH hơn so với các đề án cuối đường ống, có thể được nhà nước hoặc các cơ quan tài trợ xây dựng. Các kế hoạch như thế (có tính dễ tiếp cận và thủ tục đơn giản) sẽ có ảnh hưởng lớn tới chi phí vốn và tính sẵn sàng của các khoản đầu tư cho SXSH đối với các SME. Các chính phủ có thể tạo ra những ưu

đãi tài chính cho SXSH, chẳng hạn chiết khấu khấu hao 100% cho các khoản đầu tư SXSH tư nhân, hay một chính sách mua vào của chính phủ hỗ trợ các công ty cam kết tham gia thực hiện SXSH, hay trợ cấp thuế doanh nghiệp cho các công ty tiến hành nâng cấp năng lực tự động.

5.6 Các rào cản từ phía chính phủ

Các chính sách Nhà nước có tác động đến việc ra quyết định và vì vậy có thể cản trở hoặc khuyến khích các công ty áp dụng SXSH. Các rào cản chính phủ bao gồm cả các chính sách công nghiệp trong đó khuyến khích triển khai SXSH, các chính sách môi trường trong đó khuyến khích hoạt động xử lý cuối đường ống thay vì các giải pháp phòng ngừa.

5.6.1 Các chính sách công nghiệp

Như đã trình bày, chính sách công nghiệp luôn thay đổi sẽ không có lợi đối với nỗ lực SXSH. Hiện vẫn chưa có các chính sách ưu đãi như đã đề cập trong phần này đối với SXSH.

5.6.2 Các chính sách môi trường

Các cơ quan có thẩm quyền có xu hướng áp đặt một bộ giới hạn về các tiêu chuẩn phát thải ra môi trường mà không có các hướng dẫn làm thế nào để giảm phát thải. Vì thế các doanh nghiệp đã chọn các giải pháp kiểm soát cuối đường ống truyền thống nhằm đáp ứng những quy định pháp lý, hơn là áp dụng các thực hành SXSH hiện là điều không nhất thiết phải thực hiện để được thừa nhận bởi các cơ quan công quyền.

5.6.3 Các biện pháp khắc phục rào cản chính phủ

Chính phủ có thể thực hiện các biện pháp sau để thúc đẩy hoạt động SXSH:

- Ưu đãi tài chính
- Thực thi bắt buộc luật môi trường

Ưu đãi tài chính

Chính phủ có thể xây dựng các kế hoạch tài chính, trong đó đặt ưu tiên cho các đề án SXSH so với các đề án xử lý cuối đường ống. Các kế hoạch này (dễ tiếp cận và thủ tục đơn giản), có thể có tác động rất lớn tới chi phí vốn và tính sẵn sàng của các khoản đầu tư SXSH đối với các SME. Chính phủ có thể đưa ra các chính sách ưu đãi tài chính cho SXSH, ví dụ như chiết khấu khấu hao 100% các khoản đầu tư SXSH tư nhân, chính sách mua vào của chính phủ hỗ trợ các công ty cam kết thực hiện SXSH, và giảm thuế cho các công ty thực hiện nâng cao năng lực tự động.

Thực hành bắt buộc luật môi trường

Nếu luật môi trường không được cưỡng chế thi hành thì các doanh nghiệp sẽ không nhất thiết phải nhận ra một điều là cần gộp các quan ngại về môi trường vào trong hoạt động kinh doanh của mình.