

TH.S ĐINH VĂN BÂN - NGUYỄN THANH PHÚ

ĐỀ CƯƠNG BÀI GIẢNG
CÔNG NGHỆ HÀN ĐẬP VÀ PHUN PHỦ

(HỆ ĐẠI HỌC 2 TÍN CHỈ)

HƯNG YÊN 2012

Chương 1

CÁC KHÁI NIỆM CÙNG CỖ VỀ BỀ MẶT

1.1 Các khái niệm chung về bề mặt	6
1.1.1 Định nghĩa và phân loại bề mặt	6
1.1.2. Vai trò của bề mặt.....	8
1.1.3. Đặc tính của bề mặt	8
1.1.4. Sự hấp phụ	8
1.1.5. Cấu trúc điện tử của bề mặt	9
1.1.6. Cấu trúc và sự hình thành cấu trúc lớp bề mặt	11
1.2. Thực chất, đặc điểm và phân loại các dạng hỏng chi tiết	13
1.2.1. Các dạng hư hỏng thường gặp.....	13
1.2.2 Khái niệm về mài mòn và ăn mòn	13
1.3. Phân loại các phương pháp công nghệ phục hồi và xử lý bề mặt chi	22

Chương 2

CÔNG NGHỆ HÀN ĐẮP KIM LOẠI

2.1. Các tính chất chung trong kỹ thuật hàn đắp	23
2.1.1 Khái niệm, đặc điểm và ứng dụng	23
2.1.2 Tính chất của kim loại lớp đắp	24
2.2. Phân loại các phương pháp hàn đắp.....	29
2.2.1. Hàn đắp hồ quang tay bằng que hàn.....	29
2.2.1.1 Chọn que hàn đắp.....	30
2.2.1.2 Kỹ thuật hàn đắp bằng que hàn thép.....	31
2.2.1.3 Hàn đắp thép các bon trung bình và thép hợp kim trung bình	32
2.2.2. Hàn đắp tự động dưới lớp thuốc	34
2.2.3. Hàn đắp tự động bằng dây hàn lõi bột.....	42
2.2.4. Hàn đắp tự động trong môi trường khí bảo vệ	44
2.2.5 Hàn đắp tự động hồ quang rung	48
2.2.6 Hàn đắp điện xỉ.....	53
2.2.7. Hàn đắp bằng hồ hồ quang plasma.....	56
2.3. Vật liệu trong công nghệ hàn đắp.....	62
2.3.1 Vật liệu hàn.....	62
2.3.2 Que hàn đắp	63
2.3.3 Thuốc hàn nóng chảy.....	64
2.3.4 Công nghệ phục hồi chi tiết hàn đắp	65
2.4 Công nghệ xử lý nhiệt trước, trong và sau khi hàn	74

2.4.1 Nhiệt độ nung nóng	74
2.4.2 Xử lý nhiệt sau khi hàn	81
2.5 Tính chất của kim loại đắp	84
2.5.1 Không đồng nhất về cấu trúc	84
2.5.2. Không đồng nhất về thành phần hoá học	84
2.5.3. Độ cứng và khả năng chịu mài mòn	85
2.5.4. Độ bền mỏi	85
2.6 Một số biện pháp nâng cao chất lượng phục hồi bằng hàn	85
2.6.1. Gia công nhiệt.....	85
2.6.2. Biến cứng nguội.....	86
2.6.3. Gia công cơ điện.....	87

Chương 3. CÔNG NGHỆ PHUN PHỦ

3.1 Khái niệm và đặc điểm.....	93
3.1.1 Thực chất	93
3.1.2 Đặc điểm.....	93
3.1.3 Công dụng.....	94
3.2 Công nghệ phun phủ	95
3.2.1 Khái quát về phân loại phun phủ.....	95
3.2.2 Phun khí cháy	95
3.2.3 Phun hồ quang điện	98
3.2.4. Phun nổ	101
3.2.5. Phun Plasma	103
3.3. Sự hình thành và cấu trúc của lớp phủ kim loại.....	105
3.3.1. Những quan điểm lý thuyết về sự hình thành lớp phun phủ	105
3.3.2 Cơ cấu hình thành lớp phủ.....	107
3.3.3 Cấu trúc của lớp phủ kim loại.....	109
3.4 Độ bám dính và tính chất của lớp phủ kim loại.....	110
3.4.1 Các lực liên kết giữa lớp phủ và nền	110
3.4.2 Những yếu tố ảnh hưởng đến độ bám dính của lớp phủ	114
3.4.3. Tính chất của lớp phủ	120
3.5 Quy trình công nghệ phun phủ.....	124
3.5.1. Kiểm tra kết cấu, vật liệu.....	124
3.5.2. Vật liệu phun	124
3.5.3. Công nghệ chuẩn bị bề mặt trước khi phun.....	127
3.5.4. Xác định chế độ công nghệ phun phủ	132
3.5.5. Gia công cơ khí sau khi phun, xử lý nhiệt lớp phủ.....	137

3.5.6. Kiểm tra lớp phủ.....	137
3.5.7. Các yêu cầu về an toàn lao động	143

Chương 1

CÁC KHÁI NIỆM CÙNG CỞ VỀ BỀ MẶT

1.1 Các khái niệm chung về bề mặt

Hiện nay công nghệ xử lý bề mặt ngày càng được quan tâm do nó có ý nghĩa quan trọng và quyết định nhiều đến tính chất của vật liệu. Có thể nói, một chi tiết máy móc thiết bị khi làm việc ở bất kỳ môi trường nào thì “mọi dạng phá huỷ về mỏi, mài mòn, ăn mòn, đều được quyết định chủ yếu bởi cấu trúc của lớp bề mặt”.

Xuất phát từ nhu cầu đó đã có nhiều nghiên cứu, giải pháp nhằm khai thác các tính chất của bề mặt và nâng cao hệ số sử dụng vật liệu.

Một trong những giải pháp đó là tạo ra một lớp bề mặt có khả năng đáp ứng các điều kiện làm việc như: *chịu mài mòn, chống ăn mòn, chịu nhiệt...*

Đến nay, có thể kể đến các phương pháp xử lý bề mặt như:

- Hoá nhiệt luyện.
- Nhiệt luyện.
- Tạo các lớp phủ lên bề mặt: mạ, nhúng, xử lý bề mặt bằng laser, phun phủ...

1.1.1 Định nghĩa và phân loại bề mặt

❖ Định nghĩa:

Bề mặt là biên giới của 2 pha khác nhau, ở đây phải chú ý đến phần ranh giới của vật thể với môi trường xung quanh, có nghĩa là đối với môi trường đó vật thể có mối quan hệ trực tiếp hay không.

Trong chế tạo máy đưa ra 2 khái niệm về bề mặt:

Bề mặt hình học : là bề mặt được biểu thị bằng bản vẽ chi tiết. Đây là bề mặt danh nghĩa mang nhiều tính chất lý tưởng.

Bề mặt thực tế hay còn gọi là bề mặt kỹ thuật: Là bề mặt không chỉ hàm ý về độ sạch đặc trưng hình học mà còn liên quan đến tính chất của lớp kim loại dưới bề mặt. Chất lượng bề mặt được đặc trưng bởi 3 yếu tố :

- Dạng hình học (bao gồm dạng hình học vĩ mô và vi mô);
- Chất lượng của bề mặt biên giới (bao gồm các tính chất lý hoá);
- Chất lượng của lớp dưới bề mặt (ứng suất dư, độ cứng nguội,...).

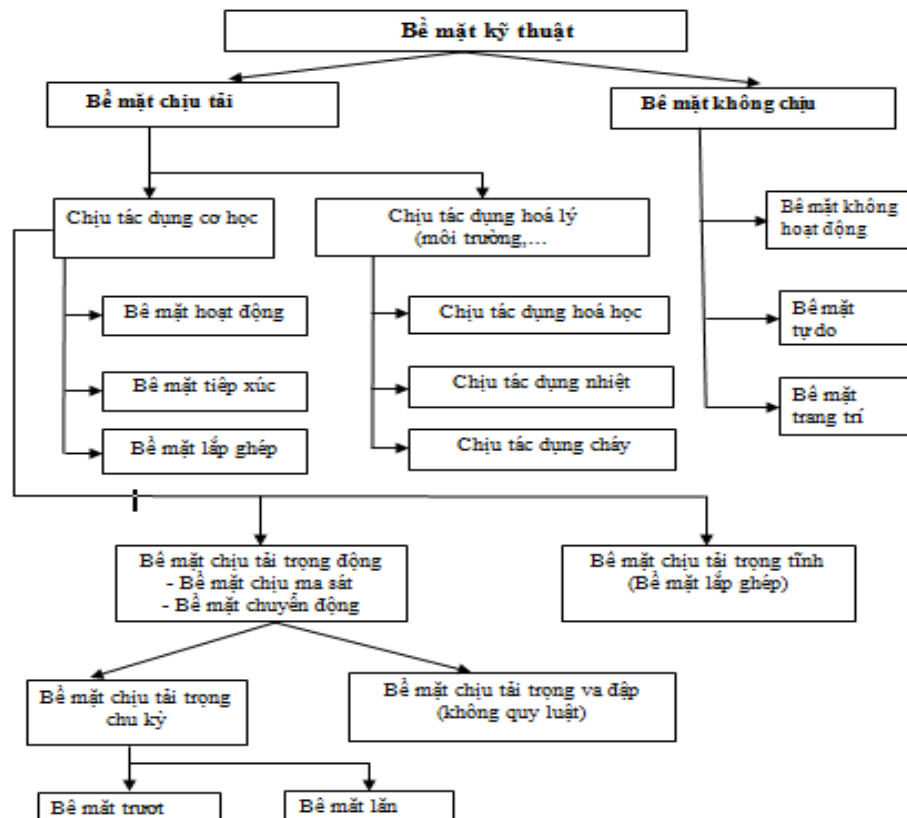
Lựa chọn chất lượng bề mặt chi tiết còn phụ thuộc vào loại tải trọng mà bề mặt chi tiết phải làm việc. Do vậy có thể phân loại bề mặt kỹ thuật theo loại tải trọng.

Tính chất vật lý của lớp dưới bề mặt khác với tính chất của vật liệu bản thân, tức là nó khác tính chất của các lớp phía trong của vật liệu vì chúng có sự khác nhau về cấu trúc. Nguyên nhân của sự khác nhau đó là do sự tác động của quá trình sản xuất với các phương pháp công nghệ gia công, ví dụ: gia công áp lực, gia công cắt gọt, ...

Nói chung các chi tiết máy biểu thị bằng hai loại: bề mặt làm việc và bề mặt không làm việc. Bởi vậy trên mỗi loại bề mặt không chỉ có yêu cầu khác nhau về tính chất cũng như phương pháp gia công, mà ngay cả phương pháp sửa chữa chúng cũng khác nhau.

Sơ đồ (H1.1) biểu diễn quy tắc chung của bề mặt kỹ thuật, có thể là bề mặt chịu tải hoặc không chịu tải. Tải trọng có thể là tải trọng cơ học hoặc các đặc trưng khác, như tác dụng hoá học, nhiệt, ...

❖ Phân loại bề mặt kỹ thuật:



H1.1. Sơ đồ phân loại các bề mặt kỹ thuật

Bề mặt chịu tải trọng động:

Là các bề mặt chịu tải trọng chu kỳ hoặc tải trọng cắt, thường gặp là các bề mặt chịu tải trọng động chu kỳ (đó là các bề mặt trượt). Ví dụ như bề mặt trượt của ổ bi, mặt bên của răng các bánh răng, pittông, ... ở các bề mặt này thường xảy ra ma sát trượt và đó là nguyên nhân gây ra mòn cơ học bề mặt làm việc.

Bề mặt chịu tải trọng tĩnh:

Là các bề mặt lắp ghép, các bề mặt đỡ, các bề mặt lót. Yêu cầu các bề mặt này là chúng phải tiếp xúc với nhau tốt nhất để bảo đảm sự phân bố áp lực đồng đều trên suốt bề mặt và bảo đảm đạt độ lắp ghép tốt nhất.

Ngoài tải trọng cơ học còn có các bề mặt chịu tải trọng do tác dụng lý học, chúng thường phải xử lý thích hợp để bề mặt có khả năng chịu tác dụng gỉ, nhiệt, ...

1.1.2. Vai trò của bề mặt

* *Bề mặt có ý nghĩa quyết định: Mọi dạng phá huỷ vì môi, vì ăn mòn...*

Cấu trúc và tính chất của bề mặt phân chia giữa các cấu tử thụ động và hoạt động quyết định nhiều tính chất trong các vi điện tử.

Sự lựa chọn vật liệu sử dụng trong môi trường ăn mòn và mài mòn có ý nghĩa lớn về kinh tế, kỹ thuật và bảo vệ môi trường.

Tính chất xúc tác của bề mặt trong các quá trình hoá học, sinh học đã tạo ra các vật liệu mới bằng cách biến đổi cấu trúc và tính chất của lớp bề mặt: cấy ion, vật liệu vô định hình,...

* *Các giải pháp kỹ thuật để khai thác các tính chất của bề mặt:*

Luyện kim: quá trình đông đặc, phát triển tinh thể, thiêu kết, kết tinh lại, chuyển biến pha, sự sát nhập hạt...

Cơ khí: quá trình hình thành và phát triển vết nứt với sự phá huỷ môi, vùng đảo, phối hợp tính chất của nền và cốt trong composit, ma sát, mài mòn, bôi trơn, dính bám,...

Hoá học: ăn mòn và bảo vệ vật liệu, xúc tác, liên kết ceramic kim loại, mạ,...

Khái niệm bề mặt mở rộng sang cả các mặt phân cách, mặt phân chia pha, nơi chuyển tiếp trong một pha đa tinh thể (VD: biên giới hạt trong tổ chức ferit), biên giới hạt trong vùng đa pha đa tinh thể, biên giới vùng bề mặt vô định hình với vật liệu phía bên trong sau khi sử dụng laser.

Các nhóm vấn đề cần phải giải quyết sau đây:

Nghiên cứu nhiệt động học, tập hợp toàn bộ mối quan hệ giữa cấu trúc bề mặt vào một đại lượng là sức căng bề mặt.

Nghiên cứu về hình học bề mặt cho phép thiết lập các mô hình cấu trúc nguyên tử
Cấu trúc điện tử vùng sát lớp bề mặt (*hoạt tính của bề mặt, sự hình thành lớp phủ*).

Trên bề mặt luôn có sự không liên tục do các đường phân chia pha, các vùng pha khác nhau, các khuyết tật v.v, chúng là các nhân tố có ảnh hưởng lớn tới các tính chất của bề mặt và do đó ảnh hưởng tới mọi quá trình dị thể có liên quan.

1.1.3. Đặc tính của bề mặt

Về mặt hình học: Hình dạng chung, độ nhấp nhô

Về mặt cơ học: Độ cứng, độ mài mòn, hệ số ma sát.

Về mặt cấu trúc: Sự sắp xếp các nguyên tử bề mặt.

Về mặt hoá lý: Thành phần hoá học, sự hấp phụ bề mặt.

1.1.4. Sự hấp phụ

Bề mặt vật liệu luôn luôn có tác động qua lại với môi trường, luôn luôn có mặt các nguyên tử lạ định cư gọi là các nguyên tử hấp phụ. Quá trình hấp phụ là quá trình hình

thành và phát triển một lớp nguyên tử định cư trên bề mặt vật liệu. Các nguyên tử này có thể đến từ môi trường (pha khí) hoặc từ tâm vật liệu do quá trình vận chuyển sàng lọc lên bề mặt.

Quá trình hấp phụ có ý nghĩa lớn về mặt khoa học và kỹ thuật: quá trình oxy hoá, ăn mòn kim loại, tạo lớp bề mặt, trong xúc tác hoạt tính, quá trình phân tích,...

Nghiên cứu sự phát triển lớp hấp phụ phải đề cập đến:

Sự tạo mầm và phát triển mầm pha mới

Bản chất độ lớn của lực tương tác giữa cấu tử hấp phụ và vật liệu

Từ bản chất và độ lớn của lực tương tác người ta chia ra:

Hấp phụ vật lý: không có sự trao đổi, vận chuyển, góp chung electron, liên kết ở đây chỉ đơn thuần là lực Vander Waals

Hấp phụ hoá học: khác với hấp phụ vật lý, hấp phụ hoá học là giai đoạn đầu tạo nên các hợp chất hoá học nhờ việc góp chung hoặc trao nhận các electron.

1.1.5. Cấu trúc điện tử của bề mặt

Sự tạo nên một bề mặt mới do hấp phụ một số nguyên tử lạ có thể làm mất đi tính chất điện tử ban đầu của bề mặt vật liệu. Nếu có các cấu tử hấp phụ thì sẽ tạo một lớp điện tích kép trên bề mặt: khi hấp phụ thì các nguyên tử hấp phụ ở lớp trên còn nguyên tử kim loại ở lớp dưới. Do hiệu ứng điện tử, các cation kim loại phía dưới thu hút các electron tạo nên sự quá tập trung ở lớp dưới, đồng thời có sự thiếu hụt điện tử ở lớp trên của tầng hấp phụ. Do đó lớp hấp phụ tạo nên một điện trường đều.

Tất cả mọi biến đổi về cấu trúc hoặc thành phần bề mặt đều làm mất trạng thái điện tử ban đầu của bề mặt.

Lớp hấp phụ trên bề mặt kim loại gây nên các hậu quả: Tăng mật độ electron trên bề mặt, là màn chắn hữu hiệu các trường bên ngoài.

Các đặc tính của bề mặt phụ thuộc vào hai yếu tố chính là cấu trúc tinh thể và hoạt tính của bề mặt: Hoạt tính của bề mặt thể hiện đầu tiên khi tiếp xúc với môi trường là sự hấp phụ. Ngược lại, sự hấp phụ, tùy theo bản chất của nguyên tố hấp phụ và nền, lại tác động trở lại làm biến đổi hoạt tính của bề mặt mà ta sẽ đề cập sau đây:

Người ta phân quá trình hấp phụ ra nhiều giai đoạn khác nhau: thiết lập lại cấu trúc bề mặt, tạo ra các hợp chất hai chiều ổn định, thoát khỏi sự đối xứng của nền.

Hấp phụ gây nhiều tác động khác nhau lên bề mặt kim loại: thay đổi công thoát electron (toả nhiệt ion), phát quang (photo électrique). Công này giảm khi hấp phụ các cation (VD Cs^+ lên W) và tăng khi hấp phụ các anion (O, S và các loại halogen)

Hấp phụ làm biến đổi cấu trúc bề mặt, tạo nên các mặt nhỏ, các đường rạch do hình thành một số pha không ổn định và có thể làm đảo lộn cân bằng trên bề mặt, ví dụ đôi khi hấp phụ oxy lên Ag ở 900⁰ C.

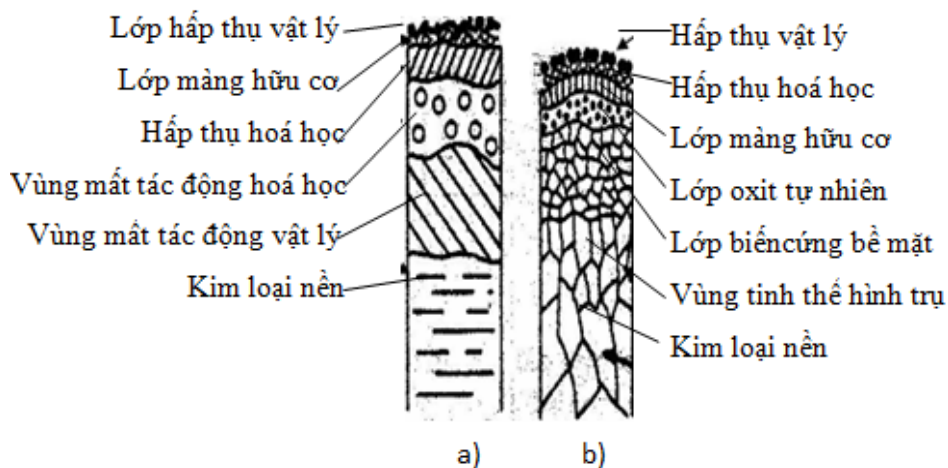
Các nguyên tử hấp phụ trên bề mặt có thể làm thay đổi khả năng bám dính, hệ số ma sát (hệ số ma sát của W giảm đi hai lần nhờ hấp phụ một bán lớp oxy) của bề mặt. Một ứng dụng thực tiễn quan trọng là tạo khả năng tự bôi trơn của bề mặt và chống dính, chống bào mòn nhờ tập trung các tạp chất S, P trên bề mặt.

Hấp phụ làm thay đổi hoạt tính bề mặt, hấp phụ một số nguyên tố có thể làm ức chế bề mặt thép trong môi trường nitơ

Quan điểm về cấu trúc của vật liệu ở vùng lân cận bề mặt không hoàn toàn thống nhất nhau (H1.2):

(H1.2.a): Từ ngoài vào bề mặt gồm các lớp: hấp phụ vật lý, màng hữu cơ, hấp phụ hoá học, vùng mất tác động hoá học, vùng mất tác động vật lý và kim loại nền.

Sự hình thành các lớp trong cấu trúc tự nhiên của bề mặt: Các phân tử ở lớp hấp phụ vật lý nằm ở ngoài cùng phải khuếch tán qua một màng mỏng hữu cơ trên bề mặt để tiếp cận bề mặt vật rắn. Khi đã đi qua màng hữu cơ, các nguyên tử hấp phụ và các nguyên tử nền sẽ tương tác với nhau tạo thành một lớp hấp phụ hoá học. Lớp này là một màn chắn hữu hiệu làm giảm tác động hoá học và vật lý của môi trường lên vật rắn.



H1.2 . Cấu trúc của vật liệu ở vùng lân cận bề mặt

- (H1.2.b): Cấu trúc của bề mặt được xét tỉ mỉ hơn. Các phân tử hấp phụ vật lý nằm phía ngoài cùng, trước khi đi qua màng hữu cơ, chúng tập trung lại, biến đổi cho hoạt tính lớn hơn để có đủ điều kiện xuyên qua màng hữu cơ, ta nói chúng chuyển sang dạng hấp phụ hoá học. Trong môi trường khí quyển, nguyên tố hấp phụ có mặt đầu tiên và có hoạt tính lớn nhất thường là oxy, cho nên bề mặt vật rắn luôn có một lớp oxyt tự nhiên. Phía trong lớp oxyt tự nhiên là lớp kim loại bị biến cứng bề mặt do

các dạng gia công cơ khí để lại và trong cùng là lớp tinh thể hình trụ và vùng tinh thể thô to ở tâm thổi đúc ban đầu.

1.1.6. Cấu trúc và sự hình thành cấu trúc lớp bề mặt

[1] Sự hình thành cấu trúc lớp phủ

Lớp phủ bề mặt hình thành do quá trình khuếch tán, nên cấu trúc của lớp phủ do đặc điểm của quá trình khuếch tán quyết định. Trong xử lý tạo lớp phủ, hai dạng khuếch tán thường gặp: khuếch tán bề mặt và khuếch tán thể tích.

- Khuếch tán bề mặt tạo nên lớp phủ có cấu trúc tinh thể phát triển theo phương cung cấp nguyên tử chất phủ, thường là pháp tuyến với bề mặt chi tiết, do đó ta có cấu trúc tinh thể hình trụ.

- Khuếch tán thể tích tạo cho tinh thể lớp phủ phát triển theo mọi phương do đó có cấu trúc tinh thể đồng trục.



H1.3. Sự hình thành cấu trúc của lớp phủ phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất

Sự hình thành lớp phủ là do khuếch tán mà *khuếch tán trong lớp phủ lại liên quan mật thiết đến nhiệt độ chảy của lớp phủ T_f* . Do đó, ta phải xét ảnh hưởng của nhiệt độ thông qua tỷ số T/T_f . Trên H1.3 ta thấy cấu trúc của lớp phủ gồm ba vùng:

- *Vùng 1*, với $T/T_f < 0,3$ (đối với vật liệu ceramic $T/T_f < 0,26$), ở nhiệt độ thấp, khuếch tán bề mặt xảy ra rất chậm còn khuếch tán thể tích thì hầu như không xảy ra. Kết quả là lớp phủ có cấu trúc tinh thể dạng sợi rất nhỏ, có đặc điểm textua. Trong lớp phủ có rất nhiều lỗ xốp và khuyết tật mạng tinh thể. Cơ tính của lớp phủ rất thấp.

Trong vùng 1 ta nhận thấy hai vùng nhỏ: vùng nhiệt độ thấp $T/T_f < 0,1$ rất nhiều xốp và tính chất rất xấu, vùng T có $0,1 = T/T_f < 0,3$, có độ xốp nhỏ hơn, cơ tính cao hơn, thích hợp cho bề mặt làm việc có sử dụng kỹ thuật tự bôi trơn.

- *Vùng 2*, với $0,3 = T/T_f \leq 0,45$, trong khoảng nhiệt độ này, khuếch tán bề mặt xảy ra khá mạnh, khuếch tán thể tích vẫn hầu như không xảy ra. Cấu trúc của lớp phủ do đó là các tinh thể hình trụ nhỏ xít chặt, có đặc điểm textua, có cơ tính cao.

- *Vùng 3*, có $T/T_f > 0,45$, trong vùng này cả khuếch tán bề mặt và khuếch tán thể tích đều xảy ra mạnh. Lớp phủ có cấu trúc tinh thể hạt đồng trục, kích thước lớn, ít

khuyết tật mạng. Do phát triển ưu tiên theo phương cung cấp nguyên tử chất phủ nên cấu trúc của lớp phủ luôn có dạng textua., cơ tính của lớp phủ không cao như vùng 2.

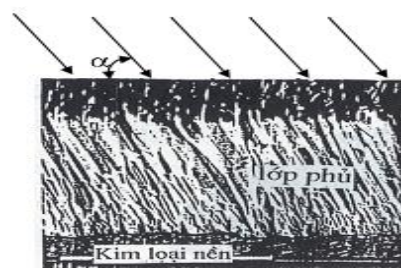
Cấu trúc của lớp phủ còn chịu ảnh hưởng của cấu trúc vật liệu nền và phương cấp nguyên tử chất phủ (H1.4). Cấu trúc của lớp phủ trên mặt phân cách tiếp xúc với vật liệu nền thì giống với vật liệu nền, do đó, nếu nền có cấu trúc hạt đồng trục thì lớp phủ dễ kết tinh hạt đồng trục. Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cung cấp nguyên tử chất phủ, sự phát triển của tinh thể lớp phủ sẽ thay đổi.

- Nếu dòng nguyên tử pháp tuyến với bề mặt chi tiết thì tinh thể lớp phủ sẽ tiếp tục phát triển theo phương pháp tuyến và ta có cấu trúc textua hoàn chỉnh.

- Nếu dòng nguyên tử chất phủ tới bề mặt theo phương xiên (góc tới α với bề mặt) thì tinh thể lớp phủ sẽ nghiêng theo phương dòng nguyên tử tới (H1.4a), song vì còn chịu ảnh hưởng của nền cho nên góc nghiêng nhỏ hơn.

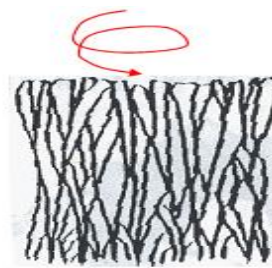
- Trường hợp dòng nguyên tử chuyển đến bề mặt theo dòng xoáy hoặc chi tiết quay trong quá trình phủ thì tinh thể lớp phủ sẽ phát triển theo đường xoáy, xoắn lại với nhau (H1.4b.) do đó chất lượng lớp phủ sẽ tốt hơn.

Hướng cấp vật liệu phủ



a)

Dòng chất phủ



b)

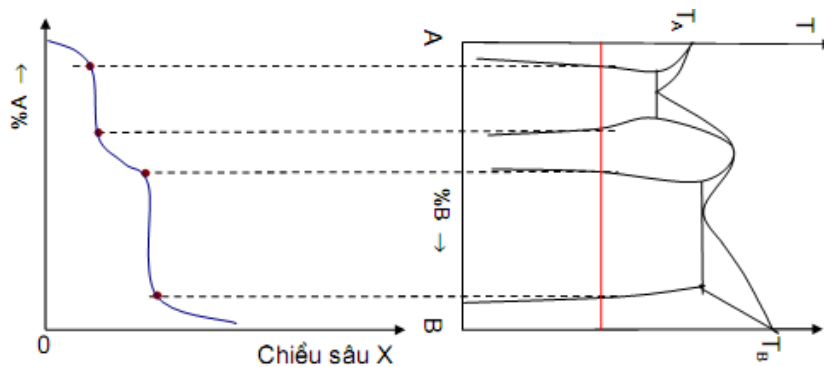
H1.4. Sự hình thành cấu trúc của lớp phủ phụ thuộc vào phương thức cung cấp chất phủ

a- dòng vật liệu phủ hợp góc α với bề mặt, b- dòng xoáy hoặc chi tiết quay khi phủ

[2] Sự hình thành tổ chức của lớp thấm (TH-TNC)

Để tạo lớp thấm, người ta đặt chi tiết vào môi trường đặc biệt (có thể ở trạng thái khí, lỏng hoặc hỗn hợp bột rắn) có khả năng phân hoá ra nguyên tử hoạt của nguyên tố cần thấm vào ở nhiệt độ thích hợp. Sự hình thành các pha mới và tổ chức tế vi của lớp thấm phụ thuộc vào giản đồ pha, khả năng khuếch tán của các nguyên tố thấm, tương tác giữa chúng với nhau và với vật liệu nền. Sự phân bố nồng độ của nguyên tố thấm A lên B phụ thuộc vào giản đồ pha trình bày trên H1.5. Ngoài ra khi thấm một nguyên tố lên bề mặt một hợp kim (ví dụ hợp kim hai nguyên Fe - C) do tương tác lẫn nhau giữa khuếch tán của cacbon có sẵn trong thép và nguyên tố thấm nên có sự phân bố lại nồng độ cacbon trong mẫu. Tùy thuộc vào đặc điểm tương tác, nồng độ cacbon có thể tăng lên hoặc giảm đi ở lớp bề mặt do đó hình thành vùng cực đại hoặc cực tiểu

ở phía bên trong.



H1.5. Sự phân bố nguyên tố thấm A theo chiều sâu lớp thấm X

1.2. Thực chất, đặc điểm và phân loại các dạng hỏng chi tiết

1.2.1. Các dạng hư hỏng thường gặp

Hư hỏng do vận hành là nguyên nhân chủ yếu gây nên các hư hỏng máy. Hư hỏng do vận hành được chia ra làm 3 nhóm chính :

- Hư hỏng do mòn (mòn đều, mòn không đều sinh ra ô van và độ côn, các vết xước nhỏ và các vết xây xát. Dạng hư hỏng này có liên quan với ma sát.)
- Hư hỏng cơ học (nứt, thủng, xước thụng rãnh, tróc, gãy, biến dạng do tác dụng cơ học gây nên cong, vênh, xoắn, ...
- Hư hỏng hoá nhiệt : ăn mòn, bị rỗ, bị biến dạng do nhiệt độ,...

➤ Nguyên nhân hư hỏng được phân ra:

Hư hỏng do chế tạo, hư hỏng do vận hành và hư hỏng do chất lượng vật liệu, ...

Hư hỏng do vận hành là nguyên nhân chủ yếu gây nên các hư hỏng máy. Hư hỏng do vận hành được chia ra làm 3 nhóm chính :

- Hư hỏng do mòn (mòn đều, mòn không đều sinh ra ô van và độ côn, các vết xước nhỏ và các vết xây xát. Dạng hư hỏng này có liên quan với ma sát.)
- Hư hỏng cơ học (nứt, thủng, xước thụng rãnh, tróc, gãy, biến dạng do tác dụng cơ học gây nên cong, vênh, xoắn, ...
- Hư hỏng hoá nhiệt : ăn mòn, bị rỗ, bị biến dạng do nhiệt độ,...

1.2.2 Khái niệm về mài mòn và ăn mòn

➤ **Các giai đoạn làm việc của máy**

Giai đoạn chạy thử không tải (chạy rà hay chạy rod-da): cho máy chạy ở trạng thái chưa mang tải.

Giai đoạn chạy thử có tải theo các mức độ khác nhau: chạy thử non tải, chạy thử đầy tải, chạy thử quá tải an toàn,

Giai đoạn công tác với tuổi thọ bình thường ứng với quá trình máy làm việc với tải trọng đã định.

Giai đoạn hư hỏng cần sửa chữa và phục hồi các chi tiết máy để phục hồi khả năng làm việc và kéo dài tuổi thọ của máy.

Sự hư hỏng của các chi tiết máy khi chế tạo, lắp ráp, vận hành sửa chữa, có thể xảy ra các hư hỏng từng phần hay toàn bộ chi tiết. Thông thường hư hỏng xảy ra trên các bề mặt làm việc, bề mặt tiếp xúc.

➤ **Sự mài mòn bề mặt**

a/ Khái niệm sự mài mòn bề mặt

Khi chế tạo các bề mặt kỹ thuật (bề mặt chi tiết máy) phải tôn trọng các vấn đề sau:

Những yêu cầu về chất lượng trên quan điểm hình học được trình bày trên bản vẽ kết cấu (kích thước, độ nhấp nhô, độ bóng...).

Những yêu cầu về chất lượng trên quan điểm về khả năng làm việc của lớp bề mặt chi tiết đối với tải trọng khi chi tiết làm việc trong điều kiện của nó.

Trong kỹ thuật mỗi tải trọng đều dẫn đến tác hại làm hư hỏng bề mặt chi tiết (sự mài mòn của chi tiết).

Vậy: *sự mài mòn của bề mặt chi tiết là sự thay đổi không mong muốn của lớp bề mặt các vật thể rắn của các chi tiết máy.*

Các chi tiết máy có thể mòn do tác dụng chia cắt bằng lực cơ học của các phần tử rắn từ bề mặt chi tiết (các hạt mài) hoặc cũng có thể do các khuyết tật về lý hoá của lớp bề mặt. Trường hợp đặc biệt là sự kết hợp của cả hai hiện tượng trên.

Đặc trưng cho quá trình phá hỏng cơ học được gọi là sự mài mòn.

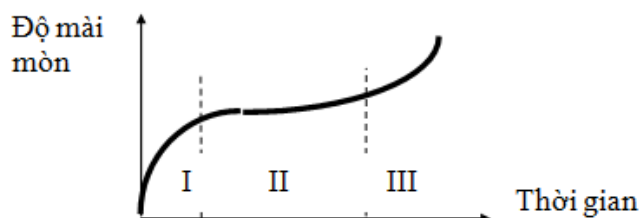
Đặc trưng cho sự tác dụng hoá lý, gọi là sự ăn mòn - sự gỉ (trình bày ở phần sau)

Sự mài mòn của bề mặt chi tiết có liên quan đến tác dụng cơ học. Đây là dạng hư hỏng do ma sát sinh ra gây nên sự hao mòn vật liệu trên bề mặt các chi tiết máy. Các giai đoạn mài mòn được biểu thị như (H1.6).

Dưới tác dụng cơ học, các nhấp nhô tế vi của bề mặt trượt sẽ dần dần bị giảm.

Dạng mài mòn (mòn cơ học) thường xuất hiện trên các bề mặt khô tiếp xúc có chuyển động tương đối với nhau, đặc biệt các bề mặt lắp ghép quá chặt, ma sát lớn, ...

Sự mài mòn cơ học không những xuất hiện khi có chuyển động của kim loại trên kim loại mà còn do các chất phi kim loại chuyển động trên nó.



H1.6. Sơ đồ các giai đoạn mài mòn cơ học

I - Giai đoạn bắt đầu mài mòn (khi máy bắt đầu làm việc)

II - Giai đoạn mài mòn đã bão hoà (xảy ra mài mòn khi máy làm việc bình thường).

III - Giai đoạn mài mòn phát triển nhanh (mài mòn do sự cố, mài mòn đã phát triển đến mức phải loại bỏ chi tiết).

b, Các dạng hư hỏng về mài mòn

Trong thực tế có nhiều dạng hư hỏng về mài mòn, có những đặc điểm khác nhau. Theo B.I. Kotexki có thể chia mòn thành các loại sau:

1/- Mòn do ôxy hoá

Là do hậu quả của sự khuếch tán ôxy do lớp bề mặt kim loại bị biến dạng. Sự khuếch tán đó đã tạo nên trong lớp bề mặt của kim loại dung dịch đặc của các ôxyt sắt nằm trong sắt như FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3

Trong quá trình mòn, đồng thời có hai quá trình diễn biến sau:

Một quá trình đặc trưng cho tác dụng cơ học, biểu thị như sự mòn của lớp bề mặt;

Một quá trình đặc trưng cho quá trình hoá lý, đó là sự khuếch tán ôxy vào các phần tử kim loại.

Sự mòn này thường thấy ở các ổ trượt, các trục khuỷu, bánh răng, ...

2/- Sự mài mòn do nhiệt

Khi hai chi tiết chuyển động tương đối với nhau sẽ dẫn đến có ma sát ở bề mặt tiếp xúc. Khi tốc độ chuyển động lớn, áp lực riêng lớn, ma sát đó sẽ làm xuất hiện nhiệt ở các phần tử bề mặt. Do vậy lớp bề mặt sẽ mềm ra, dẫn đến xé rách chúng do có sự dính nhau. Trong những trường hợp đặc biệt dẫn đến sự chảy lỏng kim loại của các bề mặt (khi cháy). Sự mòn này thường thấy ở các bộ truyền răng chịu tải, các trục cơ, đặc biệt ở dụng cụ cắt gọt, ...

3/- Sự mòn do sự mài

Sự mòn này sinh ra do tác dụng của các phần tử mài (hạt mài). Các hạt mài này nằm ở giữa các bề mặt tiếp xúc. Chúng có thể từ môi trường ngoài xâm nhập vào, có thể là những phần tử kim loại tự do của bề mặt những hạt cứng khác, ... Hạt mài cứng này dính vào kim loại và gây nên hiện tượng cắt các lớp bề mặt.

Độ lớn của sự mòn này phụ thuộc vào loại, kích thước các hạt mài, tốc độ, áp lực riêng và tính chất cơ lý của vật liệu chi tiết.

Sự mòn này thường thấy ở các máy móc, thiết bị làm việc ở môi trường bụi bẩn, các thiết bị nghiền, ...

4/- Sự mòn rỗ (pitting)

Sự mòn này xảy ra khi có ma sát lăn. Khi các chi tiết trượt, chịu tải thì chúng làm các bề mặt cơ sở bị biến dạng tế vi do tác dụng của áp lực riêng lớn, đồng thời kèm theo hiện tượng hoá bền kim loại, do vậy xuất hiện nội ứng suất. Các ứng suất này được trải ra trong chi tiết hoặc trên toàn bộ bề mặt lăn của chi tiết, chúng được lặp đi lặp lại theo chu kỳ của tải trọng sẽ gây ra sự mỏi, làm phá hỏng lớp bề mặt.

Mòn do mỏi biểu hiện như các khe nứt tế vi, các khe nứt này thường nghiêng một góc rất nhỏ với bề mặt ma sát và sẽ phát triển thành các hố sâu (hố rỗ), thường gặp ở những bề mặt độ bóng thấp hoặc không đồng đều. Dạng mòn này thường xảy ra khi có ma sát lăn, trên bề mặt của ổ lăn và ổ trượt, trên bề mặt của bánh răng,...

Đặc trưng cho mòn rỗ là trong quá trình mòn xảy ra có kèm theo sự mòn do ôxy hoá, sự mòn này phát triển trong các lớp bề mặt.

Cả hai hiện tượng mòn này đồng thời xảy ra, ở những vị trí nhất định của bề mặt.

Quá trình fretting được đặc trưng

- Bởi sự có mặt của các chuyển vị nhỏ (bắt đầu có trị số lớn hơn khoảng cách giữa các nguyên tử;
- Bởi sự đặc tính động của tải trọng;
- Bởi sự ô xy hoá trong không khí làm tạo ra các sản phẩm bị ăn mòn;
- Một số nhà khoa học còn cho rằng quá trình fretting còn do tróc gây nên thể hiện rõ nhất ở những chỗ tiếp xúc.
- Là hiện tượng phá huỷ bề mặt do tróc, gi do sự ôxy hoá động, xảy ra do tổng hợp của nhiều yếu tố: ma sát, áp lực, độ dịch chuyển bề mặt tiếp xúc nhỏ, nhất lụ ở điều kiện vận tốc (v) lớn, áp lực cao (p), nhiệt độ (t0) cao. Muốn giảm hiện t-ợng nuy ta cần giảm vận tốc (v), áp lực (p), nhiệt độ (To).

5/- Sự mòn do xói mòn kim loại (do tác dụng của môi trường các dòng chảy).

Là sự phá huỷ các bề mặt do lực tác dụng va đập và lặp lại nhiều lần hoặc thời gian kéo dài, áp lực lớn của dòng chất lỏng, dòng khí, dòng chuyển động của bột mài, sự phóng điện hoặc chùm tia năng lượng... chúng làm quá trình mòn do ma sát phức tạp.

+ Sự phá huỷ bề mặt do ăn mòn kim loại:

Ăn mòn là sự phá huỷ kim loại do tương tác hoá học, điện hoá hoặc sinh hoá của kim loại với môi trường. Quá trình ăn mòn kèm theo sự ô xy hoá bề mặt kim loại để tạo thành hợp chất hoá học của kim loại (oxit, hydroxit, cacbonat,...).

+ Sự phá huỷ bề mặt do ăn mòn điện : Sự phá hỏng bề mặt do tác dụng phóng điện khi có dòng điện đi qua : cô gốp, chôi than, các cơ cấu đóng và ngắt điện,...

➤ **Nguyên nhân của mài mòn**

a/ Nguyên nhân do vận hành :

- Thiếu sự tuân thủ các yêu cầu và điều kiện về kỹ thuật khi vận hành
- Bôi trơn không đảm bảo, điều kiện bôi trơn không tốt, quá hạn thay dầu mỡ,
- Do các chất bẩn tích tụ, hay do sản phẩm mài mòn lẫn trong dầu mỡ gây nên.
- Lắp ghép không chuẩn nên mối ghép không đều gây mất cân bằng,...
- Do vận hành trong khi máy đã quá tải;
- Không thường xuyên kiểm tra bảo dưỡng máy, không phát hiện các sự cố hỏng hóc máy, không sửa chữa kịp thời.

- Do các hỏng hóc khi vận hành như: bị va chạm, ... trong quá trình làm việc.

- Quá giới hạn thời gian vận hành cho phép mà vẫn tiếp tục sử dụng.

b/ Nguyên nhân do ma sát :

- Độ nhám của bề mặt tiếp xúc khi làm việc;
- Bụi của môi trường dính bám vào bề mặt chi tiết nơi luôn tiếp xúc nhau;
- Hạt mài, các phần tử kim loại bị mài mòn rơi rớt lại.

c/ Nguyên nhân do chế độ tải trọng thay đổi

- Do tải trọng khi làm việc thay đổi tĩnh.
- Do tải trọng khi làm việc thay đổi động.

d/ Nguyên nhân khác :

- Nhiệt độ của môi trường bên ngoài và nhiệt độ làm việc.
- Do nhiệt độ tự sinh ra, làm biến đổi cơ, lý, hoá tính của chi tiết;
- Mức độ cơ khí hoá, tự động kiểm tra và hiệu chỉnh các chế độ làm việc cũng có ảnh hưởng nhất định đến hư hỏng,...

➤ **Dấu hiệu mài mòn**

Do những âm thanh phát ra khi gõ vào chi tiết, (VD khi kiểm tra bánh xe và các chi tiết khác của xe lửa,...

Âm thanh phát ra khi máy chạy(máy chạy êm thì tốt, máy chạy có phát ra âm thanh khác thường thì cần xem xét).

Độ rung động, dao động của máy, độ rơ của các bộ phận máy;

Khe hở tăng, xuất hiện các sản phẩm bị mài mòn.

Các biểu hiện ra ngoài : nứt, cong vênh, ...

Hình dạng chi tiết bị biến dạng

Nhiệt độ tăng không bình thường,

Tốc độ dịch chuyển của cơ cấu không đều,

Rò dầu, rò khí, ...

1.2.3 Ăn mòn kim loại

a/ Khái niệm về ăn mòn kim loại

Ăn mòn kim loại (gỉ) là hiện tượng tự ăn mòn và phá huỷ bề mặt dần dần của các vật liệu kim loại do tác dụng hoá học, điện hoá, môi trường xung quanh. Sự ăn mòn đầu tiên xuất hiện từ bề mặt bên ngoài rồi đi vào phía trong của vật.

VD: đối với kim loại chứa sắt thì sự ăn mòn (gỉ) thể hiện rõ nhất.

Sự phá huỷ bề mặt do ăn mòn kim loại (gỉ) gây ra một lượng hao phí kim loại đáng kể, ảnh hưởng lớn tới nền kinh tế quốc dân. Sự hao phí này được xác định bằng lượng kim loại mất ở dưới dạng các hợp chất không cần thiết, làm giảm sức bền của các chi tiết, kết cấu, dẫn đến giảm tính chất công việc tiếp tục. Ngoài ra nó còn làm cho hình thức bên ngoài xấu đi.

Công tác chống ăn mòn là một vấn đề rất quan trọng, nếu kết quả bảo vệ ăn mòn tốt bao nhiêu thì càng kéo dài tuổi thọ của sản phẩm, thiết bị bấy nhiêu.

b/ Phân loại ăn mòn

Một số kim loại như vàng, platin, bạc ở trong thiên nhiên không bị tác dụng của môi trường, chúng có khả năng chống ăn mòn tốt. Những kim loại chế tạo ra từ quặng bằng quá trình luyện kim (như sắt) dễ dàng tác dụng với môi trường ngoài để tạo ra hợp chất hoá học.

Như vậy ăn mòn kim loại là một quá trình xảy ra tự phát mà trong đó kim loại bị biến đổi thành dạng hợp chất hoá học (gọi là sản phẩm gỉ).

Khả năng chống ăn mòn của kim loại không chỉ phụ thuộc vào loại kim loại mà yếu tố quan trọng hơn là môi trường ăn mòn.

Sự ăn mòn kim loại có nhiều dạng khác nhau, vì vậy có nhiều cách phân loại:

Theo cơ cấu bên trong của ăn mòn: ăn mòn hoá học; ăn mòn điện hoá.

Theo dạng bên ngoài: ăn mòn hoàn toàn bề mặt, bộ phận hay từng chỗ

Theo các nhân tố gây ra ăn mòn: do tải trọng cơ học, do dòng điện lạ

Theo môi trường: Tùy theo môi trường người ta chia ra :

- Ăn mòn trong khí : ôxy, khí sunfuarơ, khí H₂S,...

- Ăn mòn trong không khí : Ăn mòn trong không khí ướt, ăn mòn trong không khí ẩm, ăn mòn trong không khí khô.

- Ăn mòn trong đất.

- Ăn mòn trong chất lỏng (kiềm, axit, muối,...)

Phân loại độ chịu ăn mòn của vật liệu theo xếp theo bảng sau

Bảng 1 - 1

Nhóm chịu ăn	Chỉ số ăn mòn sâumm/năm	Thang
Cực kỳ bền	< 0,001	1
Rất bền	0,001 - 0,005	2
	0,005 - 0,010	3
Bền	0,01 - 0,05	4
	0,05 - 0,10	5
Khá bền	0,1 - 0,5	6
	0,5 - 1,0	7
Kém bền	1,0 - 5,0	8
	5 - 10	9
Không bền	Lớn hơn 10	10

Đa số kim loại đều bị ăn mòn (bị gỉ) khi tiếp xúc với môi trường, một số rất ít bị gỉ hạn chế hoặc lớp gỉ có khả năng tự bảo vệ lấy nó. Khả năng phát sinh ăn mòn phụ thuộc nhiều yếu tố: loại kim loại, tính chất môi trường, nhiệt độ, thời gian, áp lực.

VD:

Mg: bị gỉ nhanh trong không khí, nhưng không gỉ trong môi trường nước biển

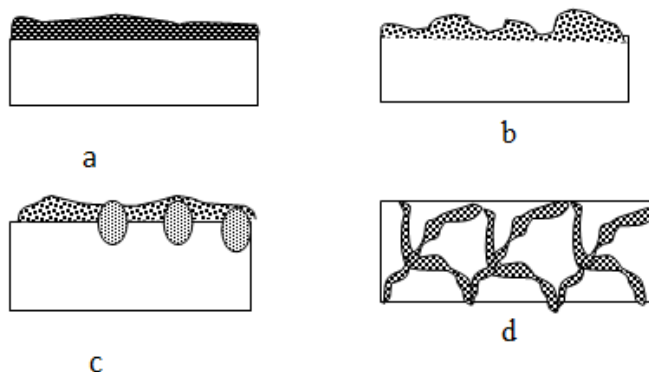
Al: có khả năng chống gỉ ở môi trường không khí, nhưng dễ bị phá huỷ ở môi trường kiềm.

Cr: chống gỉ đối với axit vô cơ nhưng dễ gỉ trong axit hữu cơ (axit axetic, H₂S...)

Thép Cr - Ni: Có khả năng chịu được môi trường axit chua...

Zn (kẽm): Chống gỉ tốt môi trường nước lạnh, nhưng ở nhiệt độ lớn hơn 60 độ (T⁰>60⁰) thì dễ bị gỉ.

Cấu trúc của gỉ cũng khác nhau: gỉ vùng, gỉ bề mặt, gỉ ngầm, gỉ tự bong, gỉ vũng bền...



Hình 1.7. Các dạng ăn mòn bề mặt

a/ ăn mòn đều,

b/ ăn mòn không đều,

c/ ăn mòn lựa chọn,

d/ ăn mòn giữa các tinh thể.

Với ăn mòn hoá học

Do môi trường mà kim loại tiếp xúc, có nhiều yếu tố (nước ẩm, O₂, N₂, sunfit...) gây ra các phản ứng hoá học hay liên kết hoá học.

Ăn mòn hoá học là sự ăn mòn kim loại do tác dụng đơn thuần của phản ứng hoá học giữa vật liệu kim loại với môi trường xung quanh có chứa chất xâm thực (O₂, S₂, Cl₂,...) Hay nói cách khác là quá trình ăn mòn hoá học xảy ra trong môi trường khí và trong các môi trường các chất không điện ly dạng lỏng (chủ yếu là ăn mòn các thiết bị, ống dẫn các nhiên liệu lỏng lẫn các hợp chất sunfua,... Các chất không điện ly: Brom lỏng, lưu huỳnh nóng chảy, dung môi hữu cơ như benzen, nhiên liệu lỏng : dầu hoả, xăng, dầu khoáng...

VD1 :

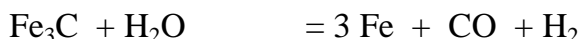
- Lưu huỳnh nóng chảy: phá huỷ mạnh với Cu, Sn, Pb ; thép các bon và Ti phá huỷ chậm.
- Ăn mòn do không khí chủ yếu là do quá trình ôxy hoá kim loại ở nhiệt độ cao,

VD2:

→ Hiện tượng ôxy hoá của thép và gang



→ Hiện tượng mất các bon của thép và gang :

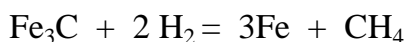


Mất các bon sẽ làm giảm độ cứng, độ chịu mài mòn và giảm giới hạn đàn hồi.

Nhôm (Al) là nguyên tố hợp kim tốt nhất dùng để tăng độ bền của gang và thép nhằm chống lại sự mất các bon. Sau đó là Cr, W, Mn có khả năng yếu hơn.

Al và Cr có lớp ôxyt chặt, có khả năng ngăn cản quá trình xâm nhập của môi trường khí, còn các nguyên tố W, Mn chỉ có tác dụng ngăn cản quá trình khuếch tán của các bon ra ngoài bề mặt.

- Hiện tượng mất các bon do hydro gọi là hiện tượng dòn hydro :



Phản ứng này làm giảm lượng các bon, tạo ra khí CH₄ làm phá huỷ mối liên kết trong kim loại.

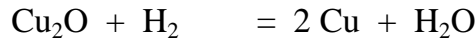


Hơi nước trong phản ứng này thoát ra cũng làm phá huỷ liên kết trong kim loại.

- Sự ăn mòn của khí hydro đối với đồng thường xảy ra ở nhiệt độ > 400 °C :

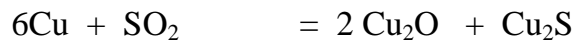


Trong môi trường hydro thì đồng ôxyt bị khử :



Hơi nước thoát ra qua đường biên giới hạt làm phá huỷ mối liên kết trong kim loại, làm giảm độ bền và gây nên những vết nứt nhỏ.

• Sự ăn mòn của khí sunfuarơ (SO_2) đối với đồng :



ở nhiệt độ cao : $3\text{Ni} + \text{SO}_2 = \text{NiS} + 2\text{NiO}$

NiS tạo thành hợp chất Ni - Ni_2S_2 có nhiệt độ nóng chảy thấp (khoảng 625°C) các hợp chất này nằm ở vùng tinh giới hạt làm phá vỡ mối liên kết và làm giảm độ bền nhiệt.

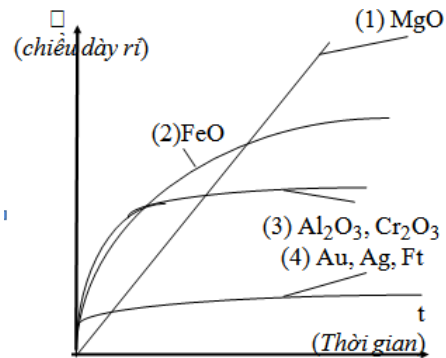
• Các nhóm kim loại khác nhau thì khả năng bị ăn mòn hoá học cũng khác nhau.

Khả năng bị ăn mòn hoá học của một số chất

Đường (1): Tốc độ ăn mòn hoá học không đổi; chiều dày lớp gỉ tăng tuyến tính theo thời gian.

Đường (2): Quá trình ăn mòn xảy ra chậm hơn.

Đường (3), (4): Quá trình ôxy hoá xảy ra rất nhanh nhưng tạo nên lớp ôxyt rất bền vững; tốc độ ôxy hoá hầu như không tăng theo thời gian



Hình 1.8 Đồ thị biểu diễn tốc độ ăn mòn của một số loại vật liệu

Với ăn mòn điện hoá

Là quá trình xảy ra khi kim loại tiếp xúc với môi trường điện phân tức là môi trường dẫn điện (chú ý: dung dịch chất điện ly còn gọi là chất điện giải).

Ăn mòn điện hoá là sự ăn mòn do phản ứng điện hoá xảy ra ở 2 vùng khác nhau trên bề mặt kim loại. Quá trình ăn mòn điện hoá có phát sinh dòng điện tử chuyển động trong kim loại và dòng các ion chuyển động trong dung dịch điện ly theo một hướng nhất định từ vùng điện cực này đến vùng điện cực khác của kim loại.

Như vậy bản chất gây ăn mòn điện hoá là do các vpin xuất hiện trên bề mặt tiếp xúc, cường độ và tốc độ ăn mòn điện hoá xảy ra mãnh liệt hơn nhiều so với ăn mòn hoá học. Để hiểu rõ bản chất của ăn mòn điện hoá ta cần tìm hiểu hiện tượng hydrathoá.

- Chất điện ly mạnh: HCl , HNO_3 , H_2SO_4 loãng, các bazơ: NaOH ,... (trừ NH_4OH), các muối NaCl ,

- Chất điện ly yếu: H_2SO_4 đặc, axit hữu cơ, các muối bazơ, nước nguyên chất H_2O .

Quá trình ăn mòn điện hoá là *do khả năng của ion kim loại tách khỏi bề mặt của nó và chuyển vào dung dịch*. Sự di chuyển đó đòi hỏi phải có một năng lượng để kéo ion kim loại ra khỏi mạng lưới của nó ở bề mặt tiết xúc và chuyển vào dung dịch điện ly. Đối với các kim loại khác nhau thì khả năng này cũng khác nhau.

Ăn mòn điện hoá bao gồm 3 quá trình cơ bản : Quá trình anốt, quá trình catốt và quá trình dẫn điện.

1. Quá trình anốt (xảy ra trên dương cực) là quá trình oxy hoá. Ion kim loại chuyển vào dung dịch và giải phóng điện tử.
2. Quá trình catốt (quá trình xảy ra trên cực âm) là quá trình khử điện hoá. Các chất ôxy hoá nhận điện tử do kim loại bị ăn mòn.
3. Quá trình dẫn điện: các điện tử kim loại bị ăn mòn giải phóng sẽ di chuyển từ anốt tới catốt, còn các ion dịch chuyển trong dung dịch.

Như vậy trong quá trình ăn mòn điện hoá, kim loại hoạt động như 1 pin ta gọi là pin ăn mòn cục bộ (hay vi pin).

1.3. Phân loại các phương pháp công nghệ phục hồi và xử lý bề mặt chi tiết

-Phương pháp phục hồi bằng công nghệ hàn đắp:

- + Hàn đắp bằng phương pháp hàn hồ quang tay
- + Hàn đắp bằng phương pháp hàn tự động dưới lớp thuốc
- + Hàn đắp bằng phương pháp hàn trong môi trường khí bảo vệ
- + Hàn đắp hồ quang rung
- + Hàn đắp Plasma

- - Phương pháp phun phủ phục hồi bề mặt

- o + Phương pháp phun khí cháy
- o + Phương pháp phun hồ quang điện
- o + Phương pháp phun hồ quang Plasma

Chương 2 CÔNG NGHỆ HÀN ĐẮP KIM LOẠI

2.1. Các tính chất chung trong kỹ thuật hàn đắp

2.1.1 Khái niệm, đặc điểm và ứng dụng

a) Khái niệm

Hàn đắp là một quá trình đem phủ lên bề mặt chi tiết một lớp kim loại nhằm thay đổi kích thước, hình dáng và tính chất của bề mặt bằng các phương pháp hàn khác nhau.

Hàn đắp có thể dùng để phục hồi các chi tiết bị mài mòn, hoặc bị hư hỏng như gãy, vỡ, nứt, v.v... do đã qua thời gian làm việc như cổ trục khuỷu, bánh xe lửa, khuôn dập, dao cắt nóng. Sử dụng hàn đắp để phục hồi các chi tiết máy là một phương pháp rẻ tiền mà khả năng làm việc của chi tiết không thua kém chi tiết mới bao nhiêu. Ngoài ra phục hồi bằng hàn đắp còn có thể cải thiện được tính chất cơ lý của chi tiết làm tăng tuổi thọ của nó.

Hàn đắp cũng có thể sử dụng để chế tạo chi tiết mới. Dùng hàn đắp để tạo nên một lớp bimetal với các tính chất đặc biệt hoặc tạo ra một lớp kim loại có những khả năng về chịu mài mòn, tăng ma sát...

Vật liệu hàn đắp có thể là thép cacbon, thép chịu mài mòn, thép có tính chất đặc biệt như chịu nhiệt, độ cứng cao, bền nhiệt, chịu axit ...

b) Đặc điểm chung của phương pháp hàn phục hồi

Thông thường hay dùng phương pháp hàn hồ quang điện (xoay chiều, 1 chiều, chỉnh lưu) hàn khí, hàn trong các môi trường bảo vệ (dưới lớp thuốc hay CO₂, Ar, He ..).

Ưu điểm:

Công nghệ đơn giản, năng suất cao và chất lượng đảm bảo;

Tiết kiệm kim loại, nó phục hồi được các chi tiết hỏng bề mặt;

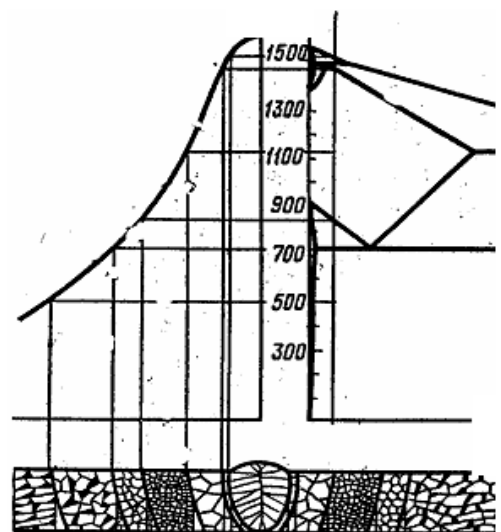
Có tính cơ động cao;

Dễ tự động hoá,

Nhược điểm:

Dễ gây biến dạng, nứt (thô đại và tế vi), ứng suất nhiệt và một số khuyết tật khác ...

Cấu trúc và tổ chức mỗi hàn không đồng nhất, dễ gây ra các khuyết tật vùng gần mối hàn.



[1] Đối với chi tiết bằng thép: Với hàm lượng các bon thấp thì kim loại có tính hàn tốt, ngược lại, thép có hàm lượng các bon và nguyên tố hợp kim càng cao thì càng khó hàn.

[2] Kỹ thuật và công nghệ hàn: Phải chọn và tính toán đúng chế độ hàn (I, chọn que hàn, kim loại và hợp kim bổ sung, dây hàn, thuốc hàn, chuẩn bị mép hàn, kỹ thuật hàn, kiểm tra chất lượng)...

[3] Đối với chi tiết bằng gang: Dùng que hàn gang hay que hàn. Đối với vật liệu gang có chiều dày $\delta < 3\text{mm}$ thường dùng hàn khí $\text{O}_2\text{-C}_2\text{H}_2$ ngọn lửa có dư C_2H_2 (có tác dụng khử oxy và bổ sung các bon cho gang do bị cháy), dùng cả thuốc hàn gang. Tuy vậy hàn gang bằng điện cũng hay dùng và yêu cầu khắt khe hơn hàn thép. Thông thường hàn gang đều phải nung sơ bộ từ $250 - 500^\circ\text{C}$ hoặc $500\text{-}700^\circ\text{C}$. Có trường hợp dùng thuốc hàn gang đặc biệt thì không cần nung nóng. Trong trường hợp khó hàn phải dùng thuốc hàn gang, que hàn đồng thau hoặc que hàn hợp kim mômên, có thể vát mép mối hàn và tạo vít cấy bằng chốt thép. Khi hàn có thể nung hoặc hàn nguội tùy theo phương pháp chọn và công nghệ hàn và loại vật liệu hàn. Vật hàn phải làm nguội từ từ (cùng với lò, vùi trong cát khô...). Hiện nay có que hàn gang để hàn phục hồi mà không cần phải nung nóng khi hàn.

[4] Để năng suất và chất lượng cao dùng hàn tự động hoặc bán tự động dưới lớp thuốc hay trong môi trường khí bảo vệ (CO_2 , argông Ar...) Hàn trong môi trường thuốc bảo vệ cho phép dùng dây hàn trần, tổn thất nhiệt và tổn thất vật liệu hàn ít, chất lượng mối hàn tốt ...

[5] Có thể sử dụng nhiều phương pháp hàn khác để hàn phục hồi

2.1.2 Tính chất của kim loại lớp đắp

➤ Các phương pháp HK hóa

[1] Hợp kim hoá mối hàn đắp thông qua dây hàn, dải kim loại đắp hoặc lớp thuốc hàn thường.

[2] Dùng dây hàn bột, dải kim loại với thuốc hàn thường

[3] Dùng dây hàn thường với thuốc hàn hợp kim

[4] Dùng dây hàn và thuốc hàn thường nhưng cho thêm vật liệu hợp kim trong quá trình hàn.

Chọn vật liệu hàn đắp:

Phân loại nhóm kim loại đắp theo trường ĐH quốc tế hàn như sau :

Thành phần kim loại lớp đắp phụ thuộc thành phần kim loại đắp

ĐỀ CƯƠNG CN HÀN ĐẮP VÀ PHUN PHỦ

Bảng 2-1

Dạng thép	Ký hiệu									
		C	Mn	Cr	Ni	W	V	Mo	Co	HB
HK thấp	A	≤0,4	0,5-0,3	0-3	0-3	-	-	0-1	-	40
HK thấp	B	≥0,4	0,5-0,3	0-5	0-3	-	-	0-1	-	60
Austenit Mn cao	C	0,5-1,2	11-16	0-1	0-3	-	-	0-1	-	50
Austenit Cr-Ni	D	≤0,3	1-8	13-30	5-25	-	-	-	-	40
Thép Cr	E	0,2-2	0,3-1,5	5-30	0-5	0-0,5	0-0,5	0-1	-	45
Thép gió	F	0,6-1,5	≤0,5	4-6	-	1,5-18	0-3	0-10	0-15	62
Gang Cr cao	G	1,5-5	0-6	25-35	0-4	0-5	0-1	0-3	0-5	60
Thép chịu nhiệt Cr-W	H	0,2-0,5	≤1,0	1-5	0-5	1-10	0,15-1,5	0-4	-	45
Hợp kim Mo +Cr+W	N	0,7-3	≤0,4	25-33	0-3	3-25	-	0-3	30-70	40
HK Ni với Cr+B	Q a	≤1,0	-	8-18	65-85	-	-	-	1-1,5	55
HK Ni với Mo	Q b	≤0,12	-	0-18	60-80	0-20	0,2-0,6	8-35	0-2,5	200
HK các bit	P	≥3	≥2,0	-	-	≥45	-	-	-	≥67

Có các nhóm chính sau :

A. Thép các bon hay thép hợp kim thấp có thành phần các bon < 0,4 %

C < 0,25 % thép cacbon thấp

C = 0,25- 0,60 % thép các bon trung bình

C > 0,60 % thép cacbon cao

B. Thép hợp kim thấp có thành phần các bon > 0,4 % ;

C . Thép hợp kim nhóm mangan ;

D. Nhóm crôm niken Cr-Ni

➤ **Hàn đắp một số chi tiết điển hình.**

[1] Hàn trực thép rèn và trực đúc từ thép C45, C50, C55 và một số thép hợp kim như 50Cr2, 60CrMn, 50CrNi ... Thường hàn đắp nhiều lần sau thời hạn đã sử dụng.

[2] Hàn trực cán rỗng : Thường sử dụng dây hàn bột, chiều sâu của mỗi hàn khoảng 5 mm.

[3] Hàn đắp trực cán thép định hình với 2 mục đích phục hồi kích thước, tăng thời gian làm việc và khả năng chịu mài mòn. Nếu chỉ phục hồi kích thước thì dùng vật liệu hàn thường, cùng loại vật liệu với trực; khi cần tăng độ chịu mài mòn hoặc thời gian làm việc thì cần dùng dây hàn đắp hợp kim dạng Hn-30XCTA Chế độ hàn có thể chọn như sau : nung nóng 25-150 °C để tránh trực bị nứt có loại vật liệu cần nung nóng đến 350-400 °C. Sau khi hàn xong thường phải tiến hành ram ở nhiệt độ 520-540 °C và làm nguội cùng lò để khử ứng suất.

[4] Hàn đắp cánh tuốc bin : Do vật liệu cánh tuốc bin được chế tạo từ thép hợp kim thấp nên có thể sử dụng dây hàn hay dải vật liệu 1X18H9T (1Cr18Ni9Ti) hàn dưới lớp thuốc dạng AH-26 ; để tránh bị nứt trong thuốc hàn cho thêm 80-85 % Al + 15-20% Fe. (chiều rộng dải kim loại đắp B=70 mm, S= 0,6-0,8 mm, I=700-750A, U=30-34 V, $V_h = 9,6$ m/h)

[5] Hàn đắp trực tàu có đường kính khoảng 200 mm thì cần nung ở nhiệt độ 200-300 °C.

➤ **Tính hàn của kim loại và hợp kim.**

Tính hàn của kim loại là khả năng cho phép nối liền các chi tiết thoả mãn độ bền và các yêu cầu khác (chống rỉ, ăn mòn ...) bằng phương pháp hàn gọi là tính hàn của kim loại hay hợp kim. Các bon và thành phần hoá học của các nguyên tố hợp kim có ảnh hưởng lớn đến tính hàn của hợp kim .

Để đánh giá tính hàn của thép người ta đưa ra khái niệm lượng cac bon tương đương C_{td} .

$$C_{td} = \% C + \% Mn / 6 + \% Cr / 5 + \% V / 5 + \% Mo / 4 + \% Ni / 15 + \% Cu / 13 + \% P / 2$$

Trong đó, 2 thành phần Cu và P chỉ có tính toán khi $Cu > 0,5\%$; $P > 0,05\%$

nếu $C_{td} < 0,45\%$ gọi là thép có tính hàn tốt, $C_{td} > 0,45\%$ thì có thể có các loại sau đây :

- Thép có tính hàn thoả mãn , tức là khi hàn có thể đạt được chất lượng mối hàn cao nhưng phải tuân theo một số quy trình công nghệ phụ (ví dụ nung nóng sơ bộ, nhiệt luyện ...) .

- Thép có tính hàn hạn chế , cần có thêm các quá trình công nghệ phụ như nung nóng sơ bộ , sử dụng thuốc hàn đặc biệt, nhiệt luyện sau khi hàn. Chất lượng mối hàn bình thường .
- Thép có tính hàn kém, chất lượng mối hàn không thể đạt chất lượng cao mặc dù phải sử dụng các quá trình công nghệ phụ. Ngày nay do nền khoa học và kỹ thuật hàn đã phát triển mạnh nên tất cả các kim loại thép có thể hàn được đảm bảo chất lượng nhiệt độ nung nóng sơ bộ có thể tính theo công thức của Sefariana (СЕΦΑΡΟΑΗΑ)

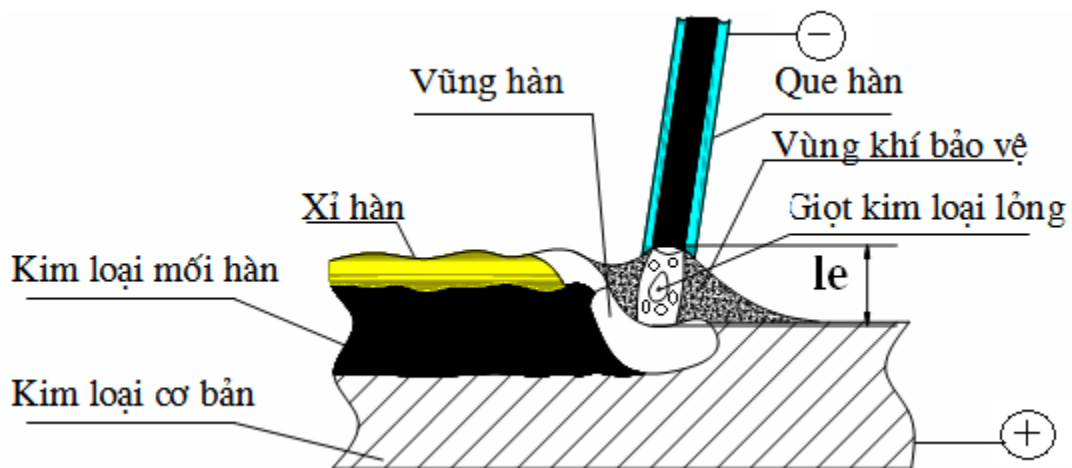
2.2. Phân loại các phương pháp hàn đắp

Thông thường hay dùng phương pháp hàn hồ quang tay, hàn khí, hàn trong các môi trường bảo vệ, hàn dưới lớp thuốc ngoài ra còn sử dụng các phương pháp hàn đặc biệt khác.

2.2.1. Hàn đắp hồ quang tay bằng que hàn

Nguyên lý đặc điểm chung hàn hồ quang tay

Hàn hồ quang tay là phương pháp hàn nóng chảy, các thao tác trong quá trình hàn như (châm và duy chùy hồ quang cháy ở định, đảm bảo chiều rộng mối hàn cũng như dịch chuyển hồ quang để hàn hết chiều dài đường hàn) đều thực hiện bằng tay người thợ hàn



H.2.1 Nguyên lý hàn hồ quang tay

Đặc điểm:

Có thể hàn được ở mọi vị trí trong không gian;

Hàn được các chi tiết to, nhỏ hoặc đơn giản, phức tạp khác nhau;

Có thể thực hiện trong các môi trường khác nhau (dưới nước, trong chân không...);

Thiết bị hàn và trang bị gá lắp hàn đơn giản, dễ thao tác;

Năng suất thấp do cường độ dòng hàn bị hạn chế;

Hình dạng kích thước mối hàn không đều do V_h thay đổi, phụ thuộc vào tay nghề công nhân;

Thành phần hóa học mối hàn không đều do thành phần kim loại cơ bản tham gia vào mối hàn thay đổi;

Chiều rộng vùng ảnh hưởng nhiệt liên kết hàn tương đối lớn do nguồn nhiệt có nhiệt độ cao và tốc độ hàn nhỏ;

Điều kiện làm việc của thợ hàn không được tốt vì ảnh hưởng của cường độ sáng và nhiệt của hồ quang;

Mặc dù còn nhiều hạn chế nhưng những chi tiết có chiều dày nhỏ và trung bình cho đến nay, trong công nghệ phục hồi chi tiết, phương pháp hàn đắp bằng hàn hồ quang tay vẫn là phương pháp thích hợp nhất.

2.2.1.1 Chọn que hàn đắp

Que hàn đắp phải đảm bảo nhận được lớp kim loại đắp chịu mài mòn cao, dễ gia công cơ khí, có tính chất công nghệ tốt và rẻ.

Việc chọn kiểu, loại que hàn phụ thuộc vào thành phần hoá học của kim loại cơ bản, điều kiện gia công nhiệt và chế độ làm việc của chi tiết phục hồi, lượng mòn, phương pháp gia công cơ khí và hàng loạt các yếu tố khác.

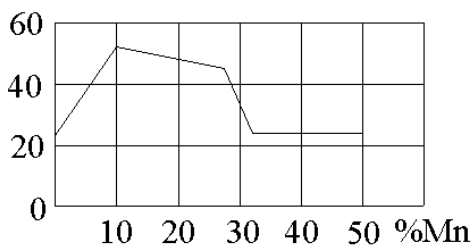
Tính chất kim loại đắp chủ yếu được xác định bằng thành phần hoá học của nó và việc gia công nhiệt. Thành phần hóa học có thể điều chỉnh nhờ các nguyên tố hợp kim chứa trong thuốc bọc và lõi que hàn. Những nguyên tố hợp kim rẻ tiền nhất và thường gặp nhất là C, Mn, Cr, Si, Ti, Bo và các nguyên tố khác. Chúng làm tăng độ cứng, tính chịu mòn của kim loại khi làm việc trong điều kiện ma sát.

- Ảnh hưởng của Mn và Cr đối với độ cứng của thép (biểu đồ H2.1):

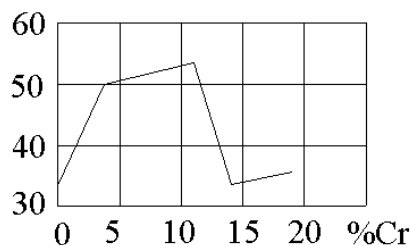
- Thép với hàm lượng 8 – 27% Mn sẽ đạt độ cứng cao khoảng 50HRC, tăng độ chịu mòn lên 4-5 lần. Thép C thấp với lượng Mn như vậy sẽ tăng độ chịu mài mòn lên tới 4-5 lần. Tính chống mài mòn của các chi tiết máy bằng thép Mn cao sẽ tăng rõ rệt khi chúng bị lên, ép, đặc biệt là va đập mạnh như hàm nhai đá, răng gàu ngoạm, ...

- Thép chứa 6-8% Cr độ cứng cao hơn 50HRC và độ dai va đập khoảng 0,5 kGm/cm², điều đó cho thấy không sử dụng que hàn Cr cao vào việc hàn đắp các chi tiết làm việc trong điều kiện va đập.

a) HRC



b) HRC



H2.2. ảnh hưởng của Mn (a) và Cr (b) đối với độ cứng của thép

Các nguyên tố hợp kim như W, Mo, V, Co, Ni, ... nên sử dụng hạn chế trong việc hàn đắp các chi tiết làm việc trong điều kiện đặc biệt.

- Khi xác định lượng các nguyên tố hợp kim cần thiết cho kim loại lớp đắp cần chú rằng *một phần các nguyên tố đó sẽ bị bay hơi trong quá trình hồ quang cháy.* Nhiệt độ bay hơi của các nguyên tố hợp kim thường thấp hơn nhiệt độ bay hơi của Fe. Ví dụ nhiệt độ bay hơi của Mn là 1900⁰C, của Cr là 2200⁰C, trong khi đó của Fe là 3000⁰C. Đồng thời các nguyên tố hợp kim bay hơi dễ và nhanh hơn Fe, chúng bị oxy

hoá dễ hơn. Bởi vậy kim loại lỏng của vũng hàn và hồ quang cần được bảo vệ tốt khỏi tác dụng của ôxy không khí.

- Điều kiện đặt ra cho vật liệu hàn đắp là nhiệt độ nóng chảy của chúng không được quá cao. Khi nhiệt độ nóng chảy của vật liệu hàn đắp thấp thì lượng nhiệt toả ra được giảm đi đáng kể, kim loại cơ bản tham gia vào mối hàn ít hơn, ứng suất trong và biến dạng giảm.

- Việc hàn đắp các chi tiết bằng thép C hay thép hợp kim thấp mà không cần gia công nhiệt sau khi hàn có thể thực hiện bằng bất cứ loại que hàn nào đảm bảo độ cứng và độ chịu mòn cần thiết của lớp hàn đắp. Nếu chi tiết phục hồi sau khi hàn đắp phải gia công nhiệt thì việc hàn đắp phải tiến hành bằng que hàn sao cho kim loại đắp có thể gia công nhiệt được mà vẫn đảm bảo độ cứng và các tính chất cơ học khác.

- Công nghệ hàn đắp phải thực hiện bằng que hàn chứa ít O_2 , H_2 và khí ẩm. Vì một trong những nguyên nhân chính của sự tạo thành rỗ trong kim loại hàn đắp là sự có mặt của O_2 , H_2 ở vũng hàn. Que hàn thuộc bọc nhóm bazơ và ít H_2 làm giảm nguy cơ xuất hiện các vết nứt lạnh và nóng. ẩm cũng là nguyên nhân gây ra rỗ khí, nên trước khi hàn phải sấy que hàn cẩn thận. Đối với que hàn thuộc vỏ bọc nhóm bazơ phải nung hoặc sấy ở nhiệt độ $300 - 350^{\circ}C$ trong $30 - 60$ phút; que hàn vỏ bọc inmenit hoặc ruti ở $70 - 100^{\circ}C$, thời gian như trên.

2.2.1.2 Kỹ thuật hàn đắp bằng que hàn thép

a. Hàn đắp thép c thấp và thép hợp kim thấp

Thép các bon thấp và thép hợp kim thấp thuộc nhóm thép dễ hàn, do đó việc hàn đắp được thực hiện bằng phương pháp thông thường và trong điều kiện bình thường.

- Que hàn để nghiêng với mặt phẳng đứng một góc $15 - 20^{\circ}$. Nếu giữ que hàn ở vị trí thẳng đứng thì kim loại lỏng và xỉ sẽ chảy ra phía vật liệu cơ bản chưa nóng chảy làm giảm độ ngấu của mối hàn.

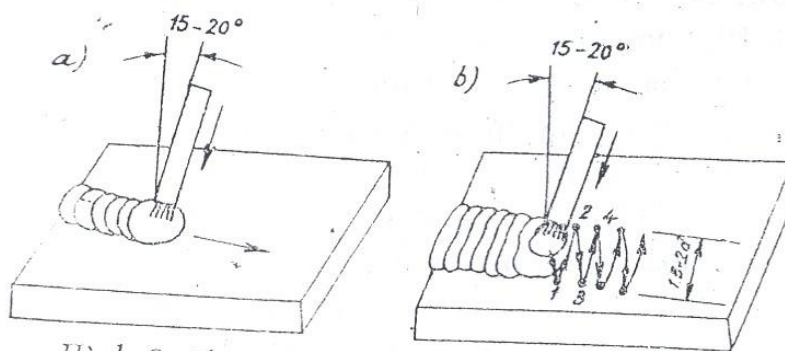
- Có thể hàn theo hướng thẳng (H.a) hoặc theo hình chữ chi (H.b).

Khi hàn theo hướng thẳng, chiều rộng mối hàn bằng $1,5d$. Còn hàn theo chữ chi phụ thuộc biên độ dao động ngang của que hàn.

- Phương pháp hàn theo hướng thẳng ít sử dụng, vì: vũng hàn bé, đông đặc nhanh, các khí khó thoát khỏi kim loại mối hàn nên mối hàn thường bị rỗ.

- Thường sử dụng phương pháp hàn theo chữ chi, tại các điểm 1,2,3,4... tốc độ dịch chuyển que hàn giảm, tạo điều kiện cho mối hàn ngấu tốt, các chất khí kịp thoát khỏi mối hàn.

Chất lượng hàn đắp nhận được tốt nhất khi chiều rộng mối hàn bằng $2,5d$. Để đạt điều đó biên độ dao động ngang của que hàn bằng $1,5 - 2d$.



H2.3. Phương pháp dịch chuyển que hàn

a. Dịch chuyển thẳng; b. Dịch chuyển theo hình chữ chi

- Hàn đắp thực hiện với chiều dài hồ quang ngắn, các đường hàn phải xếp lần lượt sao cho đường sau ôm lấy $1/3 - 1/4$ chiều rộng đường trước, chiều cao lớp đắp phải cộng thêm lượng dư gia công cơ khí từ 2 – 3 mm, để có thể lấy hết các rãnh ngăn cách giữa các đường hàn.

- Quan hệ giữa chiều dày lớp kim loại hàn đắp, đường kính que hàn (d) và cường độ dòng điện hàn như sau:

Bảng 2-2

Chiều dày lớp đắp	Tới 1,5	1,5 – 5	>5
Đường kính que hàn	3	4 – 5	5 – 6
Số lớp đắp, lớp	1-2	2-4	≥ 2
Cường độ dòng điện	80 – 100	130 – 180	180 – 240

- Trong hàn đắp chỗ hàn không ngẫu và đặc biệt miệng hàn rất có hại. Tại đó thường phát sinh ra các vết nứt và phát triển rộng vào kim loại cơ bản. Bởi vậy ở miệng hàn và chỗ không ngẫu tùy điều kiện, phải dùng các vật phụ để loại trừ (dùng bản, vòng, ống lót ...). Miệng hàn nhất thiết không để trên bề mặt của kim loại cơ bản.

- Sau mỗi đường hàn phải đánh sạch xỉ và kim loại bắn tung tóe ra rồi mới tiếp tục hàn đường tiếp theo.

- Sự chuyển tiếp giữa lớp hàn đắp và kim loại cơ bản phải đều và thoải để tránh hiện tượng tập trung ứng suất.

2.2.1.3 Hàn đắp thép các bon trung bình và thép hợp kim trung bình

Sự có mặt của Cr, Ni, W, Mo, Mn, Si và các nguyên tố khác trong thép, cũng như lượng C tăng lên đều làm giảm tính hàn của thép.

- Hiện tượng nguy hiểm nhất và rất dễ xảy ra là sự tạo thành các vết nứt nóng và lạnh tại vùng ảnh hưởng nhiệt. Để ngăn ngừa nguy cơ tạo vết nứt phải xác định chế độ hàn và làm nguội thích hợp ở vùng lân cận mối hàn.

- Trong hàn đắp để xảy ra hiện tượng tôi là rất nguy hiểm. Bởi vậy nên hàn bằng dòng điện lớn, tốc độ hàn bé, đồng thời điện áp hồ quang hàn có thể tăng lên một ít để có được hình dáng mối hàn (là tỷ số giữa chiều rộng và chiều sâu mối hàn) và một chế độ nhiệt ít biến đổi.

- Cùng với việc điều chỉnh các thông số hàn ta có thể tác động vào tốc độ làm nguội vùng chuyển tiếp bằng nung nóng trước và sau khi hàn. Việc nung nóng làm giảm tốc độ nguội của kim loại vùng lân cận mối hàn ở nhiệt độ kém ổn định nhất của austenit, kéo dài thời gian tồn tại của austenit trên điểm AC_3 , giảm tốc độ nguội ở nhiệt độ dưới $300^{\circ}C$ và tạo điều kiện cho H_2 thoát khỏi kim loại đắp làm giảm điều kiện phát sinh vết nứt ở mối hàn.

- Việc nung nóng phụ thuộc vào hàm lượng các bon đương lượng của thép. Theo J. Pilatrich hàm lượng các bon đương lượng tính theo công thức sau:

$$C_o = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}$$

Đồng và photpho chỉ tính khi $Cu > 0,5\%$, $P > 0,05\%$. Hàm lượng các bon đương lượng dùng để tính độ cứng Vicke theo công thức:

$$HV = 1200 C_o - 260 \text{ (độ cứng nhỏ nhất)}$$

$$HV = 1200 C_o - 200 \text{ (độ cứng lớn nhất)}$$

Bằng phương pháp thực nghiệm người ta xác định được rằng nếu độ cứng vùng chuyển tiếp không vượt quá 350 HV thì không sợ nứt do đó không cần nung nóng.

- Nhiệt độ nung nóng phụ thuộc vào nhiệt độ chuyển biến của mactenxit. Thường nhiệt độ nung nóng phải bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ chuyển biến ban đầu của mactenxit M_s .

Đối với mỗi loại thép, M_s có thể đọc trên giản đồ trạng thái, hoặc có thể sử dụng công thức sau để xác định nhiệt độ chuyển biến:

$M_s = 500 - 320C - 33Mn - 28Cr - 17Ni - 10(Si + Mo + W)$ với hàm lượng các nguyên tố tính bằng %.

Công thức trên được xây dựng trong điều kiện các nguyên tố hợp kim khi nung tới nhiệt độ tương ứng đều nằm trong dung dịch austenit rắn. Thực tế do quá trình hàn xảy ra rất nhanh nên một phần các nguyên tố không kịp chuyển vào dung dịch rắn, do đó lượng các nguyên tố đó ở trong austenit sẽ nhỏ hơn. Bởi vậy nhiệt độ thực tế chuyển biến ban đầu của mactenxit cao hơn nhiệt độ tính toán M_s bao nhiêu thì austenit nhận được tại vùng chuyển tiếp càng kém đồng nhất bấy nhiêu.

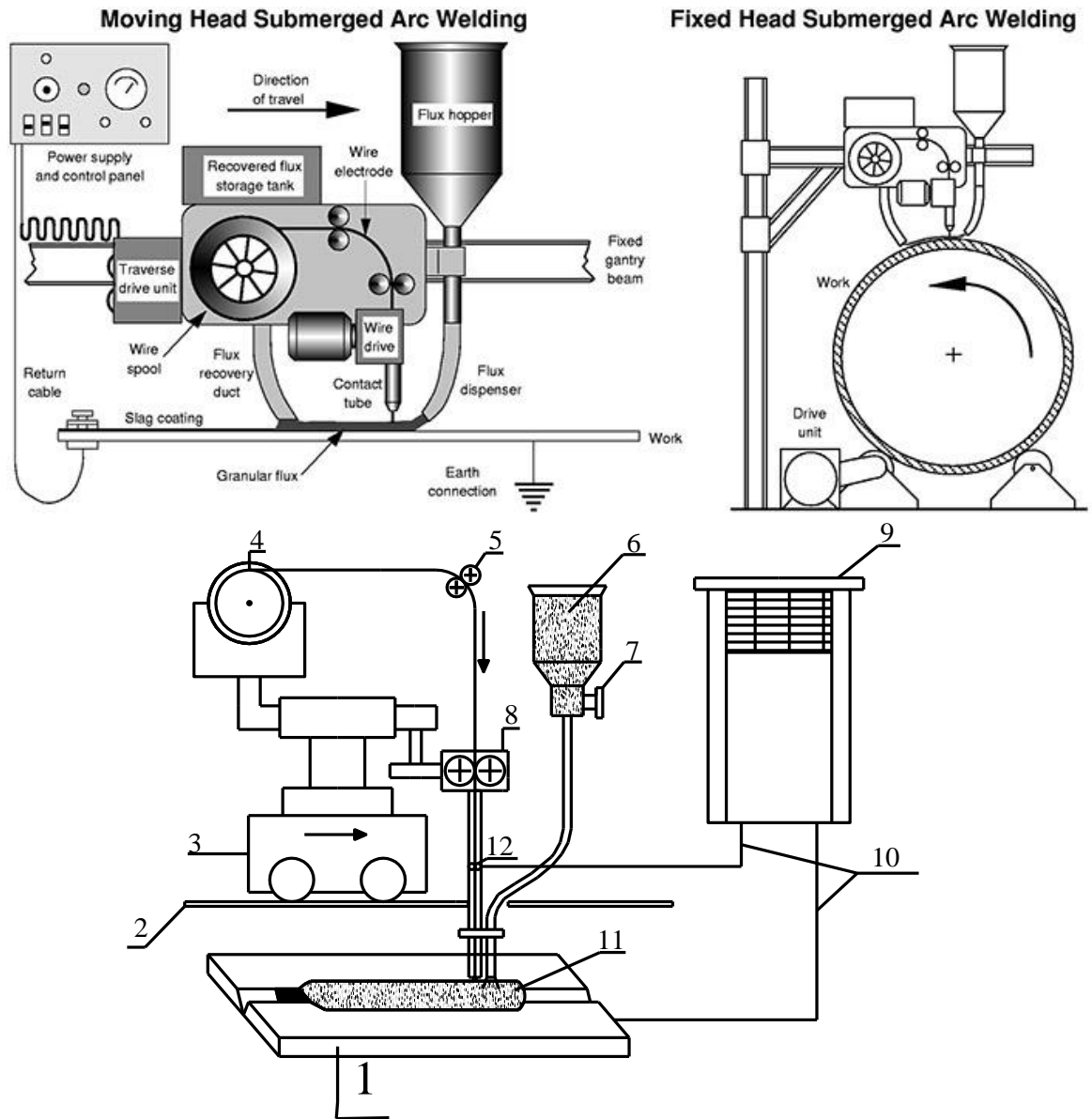
- Khi hàn thép hợp kim không được sử dụng que hàn thuộc bọc nhóm axit có chứa các oxyt Fe, Mn, Ti kim loại hàn đắp bằng que hàn loại này chứa nhiều rỗ khí

làm giảm độ bền và khả năng chống mòn. Trường hợp không có que hàn đắp đặc biệt dùng vào việc hàn đắp thép hợp kim có thể dùng que hàn thuộc bọc nhóm bazơ Nga.

Ảnh hưởng của một số nguyên tố đến tính hàn.

- **Mangan (Mn)**: khi hàm lượng $< 1\%$ không ảnh hưởng nhiều đến tính hàn của thép nhưng khi hàm lượng $Mn > 1\%$ tính hàn kém đi vì dễ bị nứt (tăng tính thấm tôi).
- **Silic (Si)**: khi hàm lượng $< 0,3\%$ không ảnh hưởng nhiều đến tính hàn của thép nhưng khi hàm lượng $Si > 0,3\%$ sẽ gây khó khăn cho quá trình hàn vì tạo nên các loại ôxit khó chảy và tăng tính chảy loãng.
- **Crôm (Cr)**: ảnh hưởng xấu đến tính hàn của thép vì nó làm tăng sự ôxy hóa kim loại và kết hợp với cacbon tạo thành cacbit (hợp chất hóa học), nâng cao độ cứng kim loại ở vùng chuyển tiếp từ mối hàn đến kim loại cơ bản. Tuy nhiên nếu chọn được chế độ hàn, vật liệu hàn và quy trình công nghệ hàn hợp lý thì có thể hạn chế ảnh hưởng xấu của nó đến tính hàn.
- **Niken (Ni)**: có tác dụng làm nhỏ hạt kim loại và nâng cao tính dẻo của thép – ít ảnh hưởng đến tính hàn của thép.
- **Molipden (Mo)**: gây nhiều khó khăn cho quá trình hàn như làm tăng khả năng nứt ngầm trong mối hàn, vùng ảnh hưởng nhiệt lớn, dễ bị ôxy hóa và cháy mạnh trong quá trình hàn.
- **Vonfram (W)**: làm tăng độ cứng và khả năng chịu nhiệt nhưng W làm cho tính hàn kém đi vì nó thường bị ôxy hóa mạnh nên cần bảo vệ thật tốt trong quá trình hàn.
- **Vanadi (V)** có ảnh hưởng tương tự như Vonfram.
- **Titan (Ti)** và **Niobi (Nb)**: chỉ tồn tại trong thép một lượng rất nhỏ ($< 1\%$) nên không ảnh hưởng nhiều đến tính hàn của thép.
- **Đồng (Cu)**: với hàm lượng nhỏ ($0,3 - 0,8\%$) có tác dụng làm tăng độ bền, độ dẻo, độ dai va đập và tính chống ăn mòn của thép nhưng ít ảnh hưởng đến tính hàn của thép.
- **Lưu huỳnh (S)**: thường gây hiện tượng bở nóng, nứt nóng còn Phốtpho (P) thường gây hiện tượng giòn nguội, nứt nguội. Đó là những tạp chất có hại. Khi hàm lượng vượt quá giới hạn cho phép, chúng có ảnh hưởng xấu đến tính hàn.
- **Oxy (O₂)** trong thép thường ở dạng oxit làm giảm cơ tính và làm xấu tính hàn của thép.
- **Nitơ (N₂)** trong thép tạo hợp chất hóa học (nitrit sắt) rất cứng, giòn, làm giảm tính dẻo và gây khó khăn cho quá trình hàn.
- **Hydro (H₂)** là tạp chất có hại, sinh khí trong vũng hàn, gây nứt tế vi trong mối hàn và gây khó khăn cho quá trình hàn.

2.2.2. Hàn đắp tự động dưới lớp thuốc



H.2.4 Sơ đồ hàn tự động dưới lớp thuốc

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1 - vật hàn | 7 - Van điều chỉnh |
| 2 - Ray dẫn động xe hàn | 9 - Máy hàn |
| 3 - Xe hàn | 10 - Dây điện |
| 4 - Cuộn dây hàn | 11 - Mối hàn |
| 5, 8 - Con lăn cấp dây hàn | 12-Tiếp điểm với dây hàn |
| 6 - Phễu thuốc hàn | |

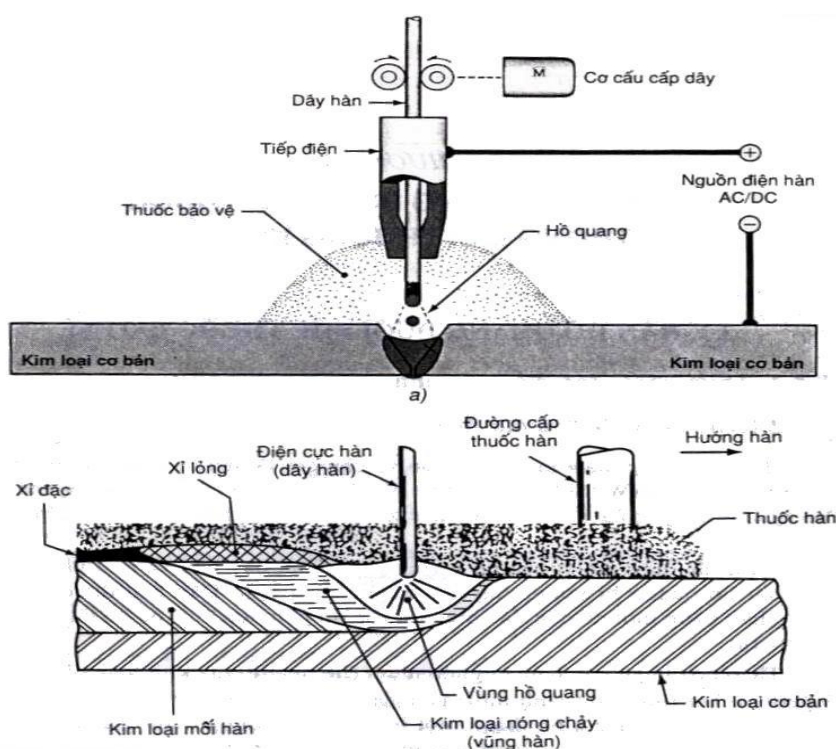
2.2.2.1 Nguyên lý và phạm vi ứng dụng

Hàn tự động: là một quá trình hàn mà việc cấp dây hàn và di chuyển mỏ hàn theo mối hàn được thực hiện hoàn toàn bằng máy.

Hàn tự động có thể được hàn trong các môi trường bảo vệ như hàn dưới lớp thuốc hoặc hàn trong các môi trường khí bảo vệ.

Nguyên lý: Trong hàn đắp tự động dưới lớp thuốc hồ quang cháy giữa điện cực kim loại (dây hàn) và kim loại cơ bản (chi tiết hàn đắp). Sự khác nhau cơ bản giữa hàn đắp hồ quang tay và hàn đắp tự động là sự cơ khí hoá, tự động hoá quá trình hàn.

Quá trình hàn bắt đầu khi phát hồ quang. Vũng hàn được tạo thành sau khi hồ quang phát sinh. Tại đây dây hàn, thuốc hàn và kim loại cơ bản nóng chảy. Đồng thời dưới áp suất khí giữa kim loại và thuốc hàn tạo thành một màng kín bao bọc lấy hồ quang và vũng hàn. Thành của màng này được tạo bởi thuốc hàn nóng chảy. Bởi vậy quá trình nóng chảy xảy ra trong màng kín tách rời với không khí, ngoài ra nó còn được phủ bằng lớp thuốc nên bằng mắt thường không thể nhìn rõ lớp trong vũng hàn. Trong quá trình hàn thuốc hàn được cung cấp liên tục và đều đặn xuống vũng hàn. Thuốc nóng chảy tạo thành xỉ hàn. Phần thuốc không nóng chảy được thu lại và sử



H2.5. Sơ đồ nguyên lý (a) và các bộ phận chính (b) của máy hàn tự động

Phạm vi ứng dụng:

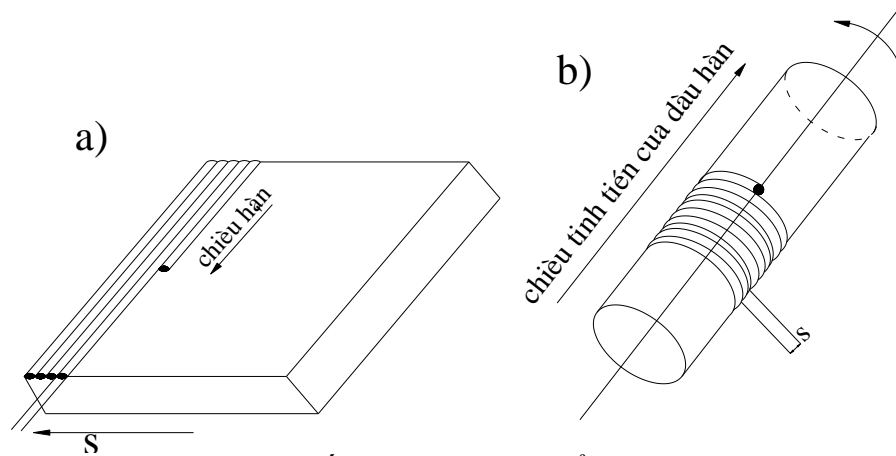
Phần lớn hàn đắp tự động dưới lớp thuốc dùng để phục hồi những chi tiết là các bề mặt phẳng, mặt trụ các chi tiết lớn, như rãnh lăn của cầu xích, gờ bánh tỳ và bánh dẫn, cổ trục khuỷu...

2.2.2.2 Kỹ thuật hàn

➤ Hàn đắp mặt phẳng.

Thông thường chi tiết hàn đứng yên, còn đầu hàn đắp chuyển động thẳng trên chi tiết. Sau mỗi đường hàn đầu hàn được đưa về vị trí ban đầu. Để hàn tiếp đường thứ

hai phải dịch đầu hàn theo phương chuyển động ngang một khoảng cách nhất định, gọi là bước tiến của đường hàn. (H. a)



H2.6. Nguyên lý hàn đắp tự động mặt phẳng (a) và mặt tròn (b)

➤ Hàn đắp tự động trên chi tiết hình trụ tròn.

Quá trình hàn đắp là phủ kín bề mặt của chi tiết bằng một đường hàn hình xoắn xếp cạnh nhau. Đường xoắn nói trên được tạo thành từ hai chuyển động (H. b) kết hợp: chuyển động quay tròn của bề mặt chi tiết quanh trục của nó và chuyển động tịnh tiến của đầu hàn dọc theo vật hàn. Những chuyển động trên là chuyển động đều và liên tục. Đương nhiên để quá trình hàn tiến hành được một cách tự động thì dây hàn phải chuyển động liên tục và đều đặn để bảo vệ hồ quang.

- ưu điểm (so với hàn hồ quang tay):

- Có thể hợp kim hoá kim loại hàn đắp tới 30%, do đó cơ tính của lớp đắp được cải thiện và tăng tính chống mòn của chi tiết sau khi khôi phục, việc hợp kim hoá mỗi hàn thì rẻ hơn

- Năng suất hàn đắp tự động tăng lên rõ rệt

- Điều kiện lao động và chất lượng hàn đắp được cải thiện

- Điện năng và kim loại đắp giảm.

2.2.2.3 Hợp kim hoá mỗi hàn

Có thể thực hiện bằng 3 phương pháp: bằng dây hợp kim, bằng dây lõi thuốc và bằng thuốc hàn gôm.

- Hợp kim hoá mỗi hàn đắp bằng dây hợp kim là tốt nhất. Song không phải lúc nào cũng thực hiện được, nhất là trong điều kiện công nghiệp luyện kim chưa phát triển, chủng loại dây hợp kim hạn chế, trong khi chủng loại thép của các chi tiết hàn đắp lại rất phức tạp. Trong điều kiện đó hợp kim hoá lớp đắp bằng thuốc hàn gôm dễ thực hiện hơn cả.

Khi hợp kim hoá lớp đắp bằng dây hàn, cường độ dòng điện có ảnh hưởng rõ rệt đến thành phần hoá học mỗi hàn.

Bảng 2-3. Ảnh hưởng của cường độ dòng điện đối với thành phần hóa học của kim loại mối hàn đắp

Cường độ dòng điện hàn (A)	Thành phần hóa học của kim loại lớp đắp %			
	C	W	Cr	V
1000	0,43	9,8	1,50	0,71
900	0,47	11,3	1,88	0,83
800	0,50	12,4	2,4	0,98

- Hợp kim hoá mối hàn bằng thuốc hàn

Thành phần hoá học mối hàn chịu ảnh hưởng của điện áp hồ quang mạnh hơn cường độ dòng điện. Điện áp càng cao thì thuốc hàn càng chảy nhiều và quá trình hợp kim hoá càng mạnh. (bảng 2- 3).

Bảng 2-4. Ảnh hưởng của cường độ và điện áp đến thành phần hoá học lớp đắp (thành phần thuốc hàn: 65%AH- 348A + 25% FeCr)

Đường kính dây hàn	Cường độ dòng điện (A)	Điện áp hồ quang(V)	Thành phần hóa học lớp đắp, %		
			Cr	Si	Mn
2	300	22	5,22	1,28	1,21
		30	8,01	1,78	1,43
		40	12,48	2,08	1,82
5	625	30	4,45	0,78	0,50
		40	9,12	1,35	0,95
		50	16,20	3,02	2,30

Việc trộn các nguyên tố hợp kim với thuốc hàn tới một giới hạn nhất định không làm giảm tính chất công nghệ của thuốc. Chất liên kết thường dùng là thủy tinh lỏng, chiếm 10-15% trọng lượng thuốc. Sau khi trộn cần sấy và nung ở nhiệt độ 400 - 450⁰C trong 2 - 3h. Bằng thuốc hàn nói trên người ta đã phục hồi nhiều chi tiết máy có độ cứng và thành phần hoá học khác nhau.

Để đảm bảo sự đồng nhất thành phần hoá học của kim loại lớp đắp thuốc hàn phải được trộn thật đều, điều đó không phải lúc nào cũng có thể thực hiện được. Bởi vậy tốt hơn hết nên dùng thuốc hàn gồm để điều chỉnh thành phần hợp kim của lớp hàn.

Hợp kim hoá của lớp đắp bằng thuốc hàn gồm có nhiều ưu điểm so với hợp kim hoá bằng dây: dùng các nguyên tố hợp kim sẵn hơn, công nghệ sản xuất thuốc lại đơn giản, dễ thực hiện; khi hàn đắp không cần dùng dây hợp kim đắt tiền mà chỉ dùng các dây cacbon sẵn có và rẻ tiền.

- Ưu nhược điểm của hàn đắp tự động dưới lớp thuốc

ưu điểm:

- ít hao tổn kim loại, hệ số hàn đắp cao, tiết kiệm được kim loại que hàn.
- Hệ số mát mát nhiệt thấp do thuốc hàn không dẫn nhiệt và dẫn điện,
- Cho phép hàn với dòng điện cao nên tốc độ hàn lớn, năng suất hàn cao.
- Vùng ảnh hưởng nhiệt nhỏ do thể tích nóng chảy (V_h) nhỏ.
- Chất lượng mối hàn cao; cơ tính tốt.
- Điều kiện lao động tốt do hồ quang kín.
- Cho phép cơ khí hoá và tự động hoá quá trình hàn.

Nhược điểm:

- Khó nhận được lớp đắp có độ chịu mòn cao do chiều sâu ngấu lớn và việc trộn lẫn kim loại cơ bản và vật liệu bổ sung.

- Khó điều chỉnh hồ quang hàn trong quá trình hàn vì hồ quang hàn bị che kín bởi lớp thuốc nên khi hàn những chi tiết phức tạp đòi hỏi thợ hàn phải có tay nghề cao.

- Hầu như lúc nào cũng phải gõ xỉ, việc này tương đối khó khăn khi hàn đắp những chi tiết nhỏ; khi đó việc giữ được lớp thuốc có chiều dày cần thiết trên chi tiết hàn đắp cũng rất khó. Nhược điểm này hạn chế khả năng phục hồi những chi tiết có đường kính nhỏ hơn 50 mm.

- Do giá thành thuốc hàn cao, tiêu thụ lớn (thường bằng 1,3 - 1,4 lần trọng lượng kim loại lớp hàn), do đó làm tăng giá thành sản phẩm phục hồi.

- Khó thực hiện các mối hàn có hình dạng và quỹ đạo hàn phức tạp.

- Giá thành thiết bị đắt.

- Yêu cầu khi gá lắp và chuẩn bị hàn khá công phu.

2.2.2.4 Vật liệu hàn

Vật liệu hàn đắp tự động dưới lớp thuốc bao gồm thuốc hàn và dây hàn.

➤ *Thuốc hàn nóng chảy*

• Vai trò chủ yếu của thuốc hàn: là làm lớp màng cách lý học của vũng hàn khỏi tác dụng của không khí, ổn định hồ quang, điều chỉnh thành phần hoá học của lớp hàn đắp và tạo dáng mối hàn.

• Yêu cầu đối với thuốc hàn:

- Nhiệt độ nóng chảy của thuốc hàn nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy của kim loại cơ bản khoảng 200 - 300 °C.

- Thuốc hàn phải có độ ẩm thấp và độ bền cơ học nhất định.

- Thuốc hàn phải tạo điều kiện cho hồ quang dễ cháy và cháy ổn định.

- Thuốc hàn phải tạo điều kiện cho quá trình hình thành mối hàn tốt, đặc chắc, không có rỗ khí, ngậm xỉ...

- Đảm bảo khử các tạp chất và thoát khí tốt; loại trừ các khuyết tật như rỗ khí, ngậm xỉ, nứt vùng mối hàn.

- Hợp kim hoá mối hàn, đảm bảo cơ tính tốt
- Tạo màng mỏng bảo vệ và dễ dàng tách khỏi bề mặt mối hàn.
- Không sinh bụi và khí độc hại
- Giá thành hạ

• Phân loại thuốc hàn:

Thuốc hàn có dạng hạt hay bột. Thuốc hàn điện được phân ra :

Thuốc hàn nóng chảy; thuốc hàn bột (không nóng chảy: gồm ceramic, bột thiêu kết ... bao gồm các chất khoáng thiên nhiên với fero hợp kim và thủy tinh nước).

+ Theo chức năng sử dụng:

- Thuốc cho hàn thép các bon và hợp kim thấp.
 - Thuốc hàn thép hợp kim.
 - Thuốc hàn hợp kim màu.

+ Theo thành phần các chất:

- Loại có SiO_2 cao (40 - 50 % SiO_2)
- Loại SiO_2 thấp (< 35 % SiO_2)
- Loại không có SiO_2 .
- Loại không chứa oxy
- Xỷ có tính bazơ : CaO , MgO , FeO ...
- Xỷ có tính axit TiO_2 , SiO_2 ...
- Xỷ trung tính chứa Cl_2 , F_2 .

Tác dụng làm màng cách của thuốc phụ thuộc vào kích thước hạt và cấu trúc vật lý của chúng. Cấu trúc hạt càng mịn và kích thước hạt càng nhỏ thì khả năng bảo vệ của màng cách càng tăng. Chiều dày của lớp thuốc phủ trên mặt kim loại cũng ảnh hưởng đến khả năng làm màng cách của nó. Chiều dày cần thiết của thuốc hàn ứng với cường độ dòng điện hàn khác nhau (bảng2-4).

Bảng 2-5. Chiều dày thuốc trên mặt vật hàn

Cường độ dòng điện hàn(A)	130 - 200	200 - 400	400 - 800	800 - 1200
Chiều dày thuốc (mm)	20 - 25	25 - 35	35 - 45	45 - 60

VD: Thuốc TA.St.1 dùng để hàn đắp thép cacbon và thép hợp kim thấp. Thuốc TA.St.3 dùng để hàn đắp các chi tiết thép cacbon thấp. Thuốc TA.St.9 hàn đắp với kiểu 35 CrMnSiA phục hồi trục cán, bánh cần cầu, bánh tàu hoả...Thuốc TA.St.11CrNi dùng để hàn đắp các chi tiết thép cacbon và thép hợp kim của máy điện và hoá học.

Ở Việt Nam thuốc hàn nóng chảy loại AH-348A của Liên Xô đó được Viện thiết kế máy công nghiệp (Bộ Cơ khí và luyện kim) nghiên cứu và được Nhà máy và cơ quan nghiên cứu công nghệ hàn đó dùng thuốc này để hàn và hàn đắp tự động. Thuốc có tính công nghệ cơ bản giống thuốc AH-348A và mang nhón hiệu TH-36-42.

➤ *Thuốc hàn gồm*

- Thuốc hàn gồm là hỗn hợp cơ học của các thành phần hợp kim hoá, oxy hoá, biến tính và tạo xỉ, được tán nhỏ và liên kết với nhau bằng dung dịch nước thuỷ tinh. Chất liên kết thường dùng nhất là silicat natri lỏng, tỷ trọng 1,3; chiếm 17 - 18% trọng lượng phối liệu khô. Thành phần thuốc có thể là cacbonat, fero hợp kim, kim loại tinh... với khối lượng cần thiết, không phụ thuộc vào độ hoà tan lẫn nhau của chúng. Sử dụng thuốc gồm mở rộng được khả năng hợp kim hoá, oxy hoá và biến tính hoá kim loại hàn đắp.

- Trong số nguyên tố hợp kim của thuốc người ta dùng ferocrôm, feromangan, ferosilic, ferotitan, niken... Khi cần người ta còn cho thêm cacbon dưới dạng bột hoặc than gỗ.

- Trong thành phần thuốc hàn có tới 50% các nguyên tố không bị oxy hoá, điều đó có ảnh hưởng rất mạnh tới quá trình luyện kim của vũng hàn và cho phép điều chỉnh thành phần hoá học của lớp hàn đắp trong phạm vi rộng. Điều này không thể thực hiện được khi hàn đắp bằng thuốc nóng chảy, vì thuốc hàn nóng chảy chủ yếu bao gồm các oxyt như: SiO_2 , CaO , MnO , Al_2O_3 ...

- Để tạo xỉ tốt người ta cho vào thuốc hàn gồm các thành phần như đá vôi, fenspat, florit, bioxyt titan, thạch anh. Xi hệ đá vôi cao hầu như không oxy hoá các nguyên tố HỢP KIM và tạo điều kiện khử lưu huỳnh khỏi kim loại nóng chảy của vũng hàn.

- Tùy theo mức độ hợp kim hoá lớp đắp thuốc hàn gồm được chia thành hai loại: hợp kim hoá yếu và hợp kim hoá mạnh. Loại sau cho phép nhận kim loại lớp hàn đắp hợp kim hoá cao khi dùng dây hàn thép cacbon bình thường.

- Nhiều chi tiết máy đưa vào phục hồi được chế tạo bằng thép hợp kim, chẳng hạn dao cắt kim loại nóng, đầu máy búa rèn đập và nhiều chi tiết khác. Chúng đều làm việc trong điều kiện giống nhau: chịu nén ép mạnh và thay đổi theo chu kỳ; nóng lạnh theo chu kỳ; bề mặt làm việc bị mòn do gỉ...

Với các điều kiện làm việc khắt khe trên, lớp kim loại hàn đắp khi phục hồi các chi tiết này cần đạt các yêu cầu quan trọng sau :

- Mỗi hàn có độ bền cao: có khả năng chống hiện tượng nứt nóng, hạn chế tình trạng nứt khi hàn.
- Có độ dẻo cao ở nhiệt độ làm việc của chi tiết để có khả năng chống hiện tượng nứt nóng, hạn chế tình trạng nứt khi hàn.

- Có khả năng ít biến đổi cấu trúc khi bị ram nhiều lần, giữ được tính chất ban đầu trong quá trình làm việc.
- Có độ bám cao vào lớp kim loại cơ bản, tránh được bong, tróc khi làm việc,...

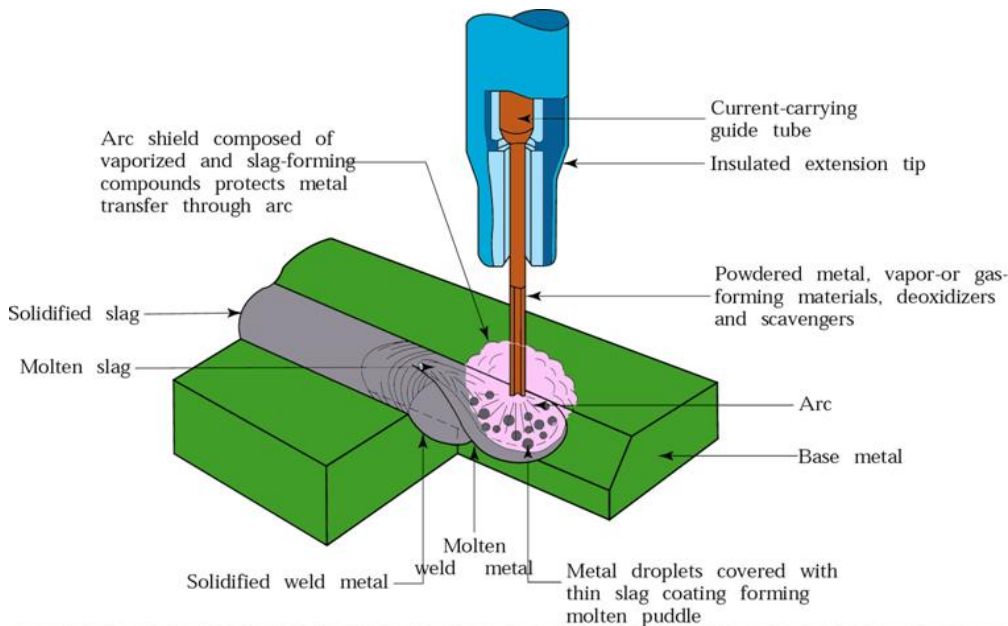
Rõ ràng khó có thể tìm thấy trong thực tế một loại dây hàn hợp kim đảm bảo cho lớp kim loại đắp có được đồng thời những yêu cầu kỹ thuật trên. Bởi vậy việc hợp kim hoá lớp đắp bằng thuốc hàn gốc là phương pháp dễ thực hiện và rẻ tiền hơn cả.

Ngày nay người ta đã nghiên cứu được nhiều loại thuốc hàn gồm chuyên dùng cho việc hàn đắp phục hồi từng chi tiết hoặc từng nhóm chi tiết có cùng điều kiện công tác.

➤ *Dây hàn*

Bề mặt mài mòn của các chi tiết máy người ta hàn đắp bằng dây thép cacbon, dây thép hợp kim hoặc dây hàn đắp chuyên dùng. Lớp đắp hàn bằng dây cacbon không có được độ chịu mòn cao. Để tăng độ chịu mòn phải hợp kim hoá lớp hàn đắp bằng dây hợp kim, dây bột hoặc thuốc gồm. Khi chọn dây hàn cần chú ý đến thành phần hoá học của kim loại cơ bản, đặc tính và dạng tải trọng của nó, nguyên nhân và lượng mài mòn, môi trường làm việc và các yêu cầu đặt ra đối với chi tiết phục hồi. Lớp đắp được hợp kim hoá bằng dây hợp kim có thành phần hoá học chính xác hơn. Vì thế hợp kim hoá bằng cách này tuy đắt song vẫn được dùng phổ biến.

2.2.3. Hàn đắp tự động bằng dây hàn lõi bột



2.2.3.1 Bản chất và phạm vi ứng dụng

Là phương pháp hàn hồ quang điện trong đó thuốc hàn nằm trong các lõi kim loại, khi hồ quang hình thành thuốc hàn nóng chảy hợp kim hoá mối hàn sau đó nổi lên tạo thành xỉ.

Kim loại lớp đắp được hợp kim hoá bằng các nguyên tố chứa trong lõi dây hàn ở dạng hỗn hợp cơ học. Thường thành phần hỗn hợp đó gồm những chất rẻ tiền và dễ tìm.

Quá trình hàn đắp các chi tiết bằng dây bột có thể coi như quá trình hàn đắp bằng dây thép cacbon và thép hợp kim dưới thuốc nóng chảy. Nó được dùng trong việc phục hồi các chi tiết máy xây dựng và khai thác, như lưỡi gạt máy ủi, hàm nhai máy nghiền đá, gờ trục cán, guồng xoắn máy xúc ...

Ưu điểm chủ yếu: có phạm vi khá rộng, tiết kiệm được các nguyên tố hợp kim đồng thời kim loại lớp hàn đắp có thể được hợp kim hoá tới 40%.

2.2.3.2 Vật liệu hàn đắp

Bao gồm: dây hàn và thuốc hàn

Dây hàn:

Dây bột được tạo bởi vỏ kim loại chứa đầy các nguyên tố hợp kim dưới dạng bột. Vỏ kim loại làm từ thép, ở dạng băng cán nguội với chiều dày 0,5; 0,6; 0,65; 0,8; 1,0mm và chiều rộng 14 hoặc 18mm. Băng không được lõm, cong xức, bề mặt không có gỉ, dầu, mỡ. Mỗi cuộn băng có trọng lượng từ 50 đến 100kg.

Thuốc hàn:

Bột đơn giản nhất là phôi gang kim loại đắp bằng dây hàn loại này là thép chứa 1,3-1,7% C. Để tăng độ dai của kim loại hàn đắp cho thêm vào bột gang khoảng 20% bột ferô Mn.

Để hợp kim hoá kim loại hàn đắp cho vào bột các chất như: ferô Mn cao chứa 70-80%Mn và 1,0-7,0%C, ferô Cr-C cao chứa khoảng 6,6-8,0%C và 65%Cr, ferô Ti-i chứa 18%Ti, ferô bo chứa 5,5% bo, ferô V chứa 35%V và 0,75%C, ferô W chứa 70%W, bột sắt chứa 98%Fe.

Để tăng lượng C trong kim loại hàn đắp trộn bột graphit, silicflorua trong bột tạo điều kiện giảm rỗ khí trong kim loại mối hàn khi hàn dưới thuốc thấp. Các thành phần của bột phải tán nhỏ.

Thuốc hàn để hàn đắp bằng dây bột phải chứa ít xỉ và O₂. Liên xô dùng thuốc AH-348A, AH-15M, AH-20, AH-26, AH- 60. Nếu dùng thuốc không thích hợp thì xỉ khó bong, tạo hình mối hàn xấu và lớp đắp chứa nhiều xỉ.

c. Chế độ hàn đắp

Khi hàn đắp phần dẫn điện của dây bột là vỏ kim loại của nó và hồ quang cháy giữa đầu mút vỏ kim loại và chi tiết hàn đắp. Lõi dây hàn cháy nhanh hơn vỏ, kết quả đầu mút dây tạo thành một hình chóp từ vỏ. Hồ quang cũng có thể được tạo thành giữa những giọt kim loại ở đầu mút dây hàn và vật hàn.

Hồ quang cháy ổn định khi mật độ dòng điện từ 75 – 100A/mm² và tốc độ đẩy dây hàn không đổi.

Chế độ hàn đắp tự động bằng dây bột phục hồi các chi tiết hình trụ bằng thép các bon và thép hợp kim (bảng dưới)

Bảng 2-6. Chế độ hàn đắp bằng dây bột

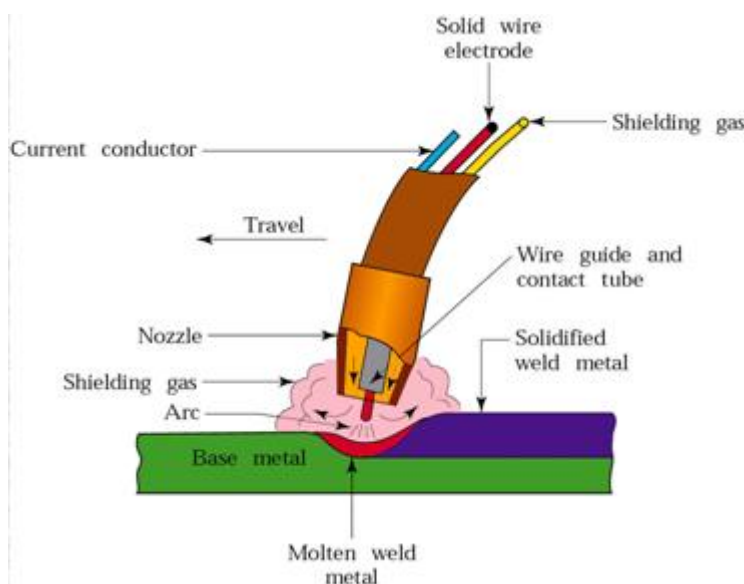
Đường kính chit iết(mm)	Đường kính dây hàn(mm)	Dòng điện hàn(A)	Điện áp hồ quang(V)	Tốc độ hàn (m/h)	Bước tiến (mm/v)
55	3,0	180 – 220	25 – 26	14	4
100	3,0	240 – 300	26 – 27	28	4

Chế độ và công hàn đắp bằng dây bột cần được xác định cho từng chi tiết cụ thể, thành phần hoá học của kim loại lớp đắp không chỉ chịu ảnh hưởng của dây hàn mà còn của thuốc hàn và chế độ hàn đắp. Cùng một loại dây nhưng chế độ hàn sẽ thay đổi khi ta hàn với những loại thuốc khác nhau, đồng thời thành phần hoá học của kim loại lớp hàn đắp cũng khác nhau.

2.2.4. Hàn đắp tự động trong môi trường khí bảo vệ

2.2.4.1 hàn MAG

a) Nguyên lý và đặc điểm



H2.7. Sơ đồ nguyên lý hàn đắp tự động trong khí bảo vệ

- Hồ quang cháy trong luồng khí bảo vệ. Khí bảo vệ đẩy không khí khỏi vùng hồ quang cháy đồng thời bảo vệ kim loại lỏng khỏi oxy và nitơ của không khí. Trong số các chất khí bảo vệ thường dùng khí trơ, khí hoạt tính hoặc hỗn hợp của chúng.

- Ngày nay sử dụng nhiều phương pháp hàn và hàn đắp trong khí bảo vệ, như: hàn tay, hàn tự động và bán tự động bằng dây nóng chảy và không nóng chảy, hàn một hồ quang hoặc nhiều hồ quang.

Hàn đắp tự động trong khí bảo vệ được sử dụng rộng rãi nhất. Nó thực hiện được nhờ nhờ việc cung cấp dây hàn liên tục xuống vũng hàn; khí bảo vệ từ bình chứa, truyền qua bầu dẫn khí bao bọc lấy đầu hàn và xuống vùng hàn tạo thành một hình chóp khí bao bọc lấy hồ quang.

- Để bảo vệ tốt, vòi phun khí cần có cấu tạo và hình dạng thích hợp. Cấu tạo vòi phun phụ thuộc loại khí, bề mặt vật hàn và cấu tạo đầu hàn đắp. Ngoài ra nó còn phụ thuộc vào khoảng cách giữa miệng vòi phun và bề mặt chi tiết, tốc độ hàn đắp và tốc độ chuyển động của không khí tại vị trí hàn đắp, áp suất của khí bảo vệ. Tốc độ hàn đắp càng lớn và không khí chuyển động càng mạnh thì luồng khí bảo vệ sẽ bị lệch, do đó hiệu quả bảo vệ thấp.

- Hàn đắp trong khí bảo vệ cho phép cơ khí hoá và tự động hoá quá trình hàn trong bất kỳ vị trí không gian nào thích hợp với bề mặt chi tiết hàn đắp, kể cả hàn trần. Việc quan sát dễ dàng hồ quang và sự hình thành mối hàn cho phép sử dụng phương pháp hàn đắp này để phục hồi những chi tiết phức tạp như khuôn dập. Thao tác hàn lại đơn giản, không cần thiết các cơ cấu giữ thuốc và xỉ nóng chảy, chất lượng lớp kim loại hàn đắp cao.

b) Khí bảo vệ và dây hàn

➤ Khí bảo vệ

Thường dùng các loại khí: argon, cacbonic, heli, nito và một số chất khí khác. Song thường dùng nhiều nhất là argon, cacbonic.

Argon là khí trơ một nguyên tử, argon tinh khiết không liên kết hoá học với kim loại, không phụ thuộc vào nhiệt độ nung nóng.

Argon dùng để hàn và hàn đắp các chi tiết thép không gỉ, chịu nhiệt và kim loại loại màu. Khí nito và hydro xâm nhập vào vũng hàn thì kim loại hàn đắp sẽ bị rỗ. Bởi vậy thường trộn vào argon một lượng 5-10% hoặc 10-20% CO₂. Trong hàn đắp bằng điện cực nóng chảy thường dùng hỗn hợp argon và cacbonic, lượng tiêu thụ khí argon sẽ giảm 5-6 lần.

Cacbonic là khí hoạt tính, dùng để hàn đắp các chi tiết máy bằng thép cacbon, thép HỢP KIM thấp và một số loại thép hợp kim trung bình. Cacbonic là khí rẻ, rẻ hơn argon 12 – 14 lần, sẵn và có hiệu quả khi hàn đắp.

➤ Dây hàn

Để hàn đắp trong khí cacbonic thường dùng dây thép C và thép hợp kim đường kính từ 0,5-2,5mm và dây bột đường kính 2,5-3mm. Dây hàn phải sạch, không bị gỉ.

Thành phần hoá học của dây hàn phải đảm bảo khả năng khử oxy của vũng hàn, hợp kim hoá nó và nhận lớp kim loại hàn đắp bền chắc. Khi khí cacbonic quá ẩm và chứa nhiều nito, và khí bảo vệ vùng hàn không tốt, chất khử oxy không đủ thì trong

bề hàn sẽ hình thành nhiều khí, cháy không kịp thoát khỏi vũng hàn và tạo rỗ khí trong lớp hàn đắp. Người ta dùng Si, Mn làm các chất khử oxy khi hàn đắp các chi tiết bằng thép C và thép hợp kim thấp.

Đề hàn đắp trong môi trường khí trơ người ta dùng điện cực không nóng chảy bằng W nguyên chất và thori – vonfram hoặc titan – vonfram. Hai loại đầu đề hàn đắp bằng nguồn xoay chiều; loại thứ ba đề hàn đắp bằng nguồn điện một chiều cực thuận.

b) Chế độ và kỹ thuật hàn

Các yếu tố quan trọng của kỹ thuật hàn đắp trong khí bảo vệ CO₂ là: loại dòng điện và cực tính, mật độ dòng điện, điện áp hồ quang, đường kính dây hàn và tầm với của nó, tốc độ hàn đắp, tốc độ đẩy dây hàn.

- Trong hàn đắp không thể nhận được chiều sâu ngấu lớn. Bởi vậy yếu tố cơ bản là tính ổn định của hồ quang, năng suất hàn đắp và chất lượng công tác hàn đắp. Để đảm bảo hồ quang ổn định nên chọn cường độ hàn theo các số liệu sau:

Đường kính dây hàn(mm)	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4
Cường độ dòng hàn đắp(A)	60–150	80–180	90–270	120–350	200–500	250–600

- Trường hợp không muốn chiều sâu ngấu lớn nên sử dụng cường độ hàn nhỏ với tốc độ đẩy dây nhỏ. Thay đổi cường độ hàn và tốc độ đẩy dây ảnh hưởng tới điện áp hàn hồ quang. Điện áp hồ quang là yếu tố quang trọng của chế độ hàn đắp. Tăng điện áp hàn hồ quang làm tăng chiều rộng mạch hàn đắp, tăng lượng kim loại mất mát do bắn tung tóe, bay hơi và oxy hoá; làm giảm chất lượng hàn đắp, mối hàn chứa rỗ khí.

- Hàn đắp trong khí CO₂ có nhiều ưu điểm, đặc biệt so với hàn đắp dưới lớp thuốc khi phục hồi những chi tiết nhỏ. Nó cho phép hàn đắp những chi tiết có đường kính tới 10 – 20 mm, trong khi hàn dưới lớp thuốc chỉ phục hồi những chi tiết đường kính tới 45 – 50mm.

- Khi cần tăng độ cứng và độ chịu mòn của lớp đắp thường dùng dây hàn bột.

- Tầm với của điện cực ảnh hưởng đến tính ổn định của quá trình hàn đắp. Tầm với điện cực lớn làm đầu dây hàn quá nóng và cháy mạnh. Tầm với điện cực nhỏ, quá trình hàn khó thực hiện. Có thể chọn tầm với của điện cực theo các số liệu sau:

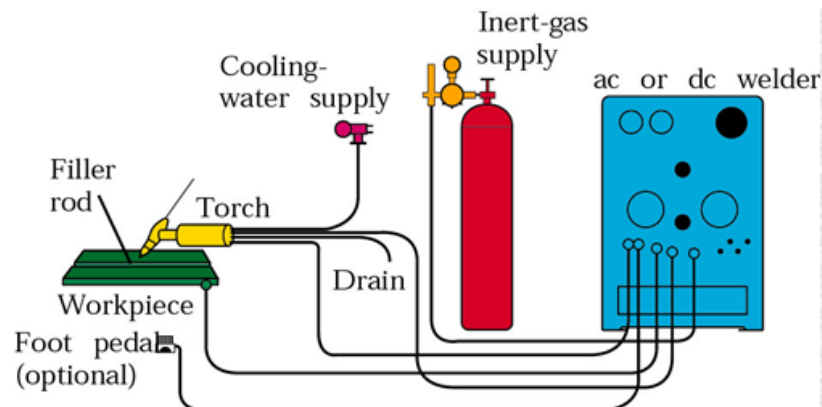
Đường kính dây hàn(mm)	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
Tầm với điện cực(mm)	6 - 12	7 - 13	8 - 15	13 - 20	15 - 25	15 - 30

- Khoảng cách từ miệng phun khí tới bề mặt chi tiết ảnh hưởng tới khả năng bảo vệ kim loại lỏng khỏi tác dụng của không khí. Miệng phun khí quá gần thì dễ bị cháy và bị vụn kim loại lấp kín lỗ phun; để quá xa thì quá trình bảo vệ sẽ bị phá hoại. Thực nghiệm cho thấy: với đường kính dây 1,6 – 2,5mm cần giữ trong khoảng 15 – 20mm; lượng khí tiêu hao là 0,75 – 1,5m³/h và khi hàn đắp với dây 0,5 – 1,2mm các giá trị tương ứng là 7 – 12mm và 0,4 – 0,6m³/h.

- Để cải thiện khả năng bảo vệ của khí khi hàn đắp những chi tiết tròn, bề mặt miệng phun khí cần có hình dạng thích hợp với mặt vật đắp.

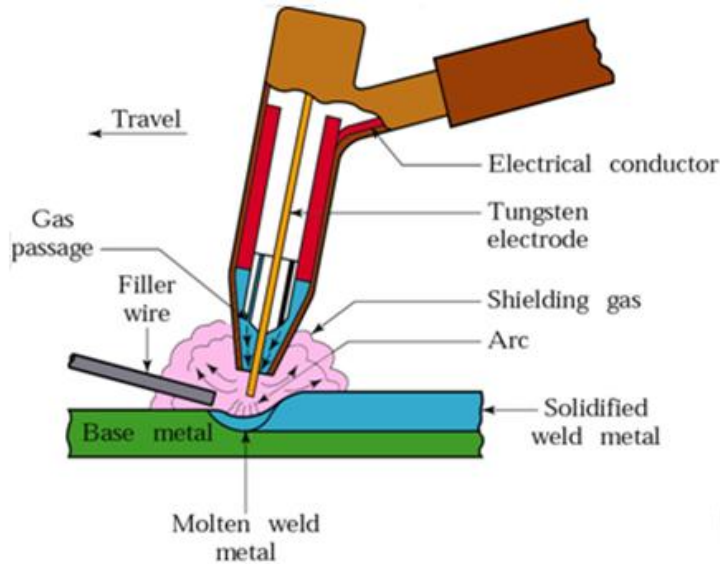
- Khi hàn đắp chọn bước hàn sao cho đường hàn sau ôm lấy đường trước 1/3 chiều rộng mỗi hàn. Các chi tiết từ thép các bon cao và thép hợp kim cần nung nóng trước khi hàn, đồng thời khí bảo vệ cũng được nung nóng tới nhiệt độ cao hơn. Khi hàn đắp nhiều lớp, đặc biệt các chi tiết nhỏ, chi tiết hàn có thể quá nóng (trên 500 – 600⁰) hồ quang mất ổn định và kim loại bắn tung tóe. Trong trường hợp này cần giảm đường kính dây hàn và cường độ hàn, đồng thời tăng lượng khí bảo vệ.

2.2.4.2 Hàn đắp hồ quang tay bằng điện cực không nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ (TIG)



a) Nguyên lý và đặc điểm

Hàn TIG (Tungsten Inert Gas) là quá trình hàn bằng điện cực không nóng chảy Vonfram trong môi trường khí trơ bảo vệ (khí trơ Ar, He hoặc Ar + He) có tác dụng ngăn cản những tác động có hại của oxy và nitơ trong không khí và ổn định hồ quang.



Vùng hồ quang có nhiệt độ rất cao, có thể đạt tới 6100°C . Kim loại mối hàn có thể chỉ do kim loại vật hàn tạo nên (khi hàn liên kết gấp mép) hoặc được bổ sung từ kim loại phụ. Toàn bộ vũng hàn được bao bọc bởi khí trơ thổi ra từ chụp khí.

- Đặc điểm :

Phương pháp hàn TIG có một số đặc điểm sau :

- + Tạo ra mối hàn có chất lượng cao đối với hầu hết kim loại và hợp kim.
- + Không có hiện tượng bắn tóe kim loại khi hàn.
- + Có thể hàn ở mọi vị trí trong không gian.
- + Nhiệt tập trung cao cho phép tăng tốc độ hàn, giảm biến dạng.
- + Khó bảo vệ vũng hàn trong môi trường có gió.
- + Có thể tự động hóa khi hàn.
- + Thường hàn vật có chiều dày $s \leq 5\text{mm}$

- Phạm vi sử dụng :

Hàn TIG được áp dụng trong nhiều lĩnh vực sản xuất, đặc biệt rất thích hợp trong hàn thép hợp kim cao, kim loại màu và hợp kim của chúng.

b) Các thông số cơ bản của chế độ hàn TIG

- Cường độ dòng điện hàn : chọn theo bảng
- Thời gian tăng cường độ dòng hàn lên trị số đã chọn : tùy thuộc vào vị trí hàn, tính chất vật liệu,... để chọn cho thích hợp.
- Thời gian giảm cường độ dòng hàn đến khi tắt hồ quang với mục đích tránh lõm cuối đường hàn.
- Tốc độ hàn : ảnh hưởng nhiều đến độ ngấu mối hàn.
- Đường kính điện cực W, que hàn phụ : tùy theo chiều dày vật liệu, loại dòng điện hàn để chọn đường kính điện cực và que hàn phụ (chọn theo bảng).

- Lưu lượng khí bảo vệ và kích cỡ chụp khí : chọn theo chiều dày vật liệu, tính chất vật liệu và loại khí bảo vệ.

2.2.5 Hàn đắp tự động hồ quang rung

2.2.5.1 Nguyên lý và đặc điểm

Hàn đắp tự động hồ quang rung là quá trình hàn trong đó hồ quang hàn xuất hiện giữa đầu dây hàn và kim loại cơ bản luôn gián đoạn do sự rung động của đầu hàn. Mỗi hàn được tạo thành từ kim loại dây hàn và một phần kim loại nóng chảy dưới tác dụng của nhiệt hồ quang. Như vậy quá trình hàn bao gồm những chu kỳ ngắt lặp đi lặp lại liên tục. Mỗi chu kỳ có thể chia làm 3 giai đoạn: ngắt mạch, phát sinh hồ quang (hay làm việc) và chạy không.

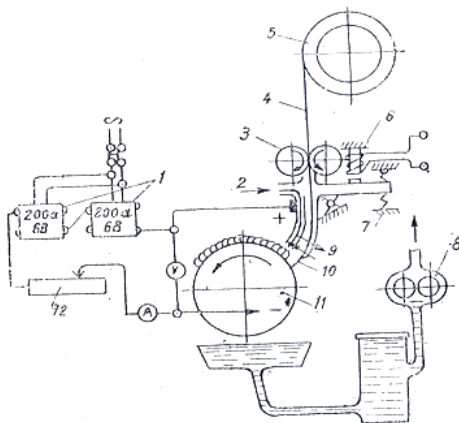
- Khi ngắt mạch điện áp trong mạch hàn giảm tới không, cường độ dòng điện hàn tăng lên nhanh chóng.

- Tiếp theo là giai đoạn làm việc, khi đó hồ quang xuất hiện trong một thời gian rất ngắn. Nếu tốc độ dao động của đầu hàn là 50Hz thì mỗi chu kỳ chỉ diễn ra trong 0,01s.

- Thời gian chạy không chiếm tới 65 – 70% thời gian của mỗi chu kỳ. Do vậy hiệu suất nhiệt rất thấp.

Để tăng hiệu suất nhiệt và chất lượng lớp kim loại đắp cần hạn chế tới mức nhỏ nhất thời gian chạy không và thay đổi trị số xung của dòng điện. Có thể thực hiện bằng cách mắc nối tiếp vào mạch hàn một trở kháng cảm ứng dạng cuộn cảm của máy biến thế hoặc một điện dung. Khi đó trị số xung của dòng điện tại điểm tiếp xúc giảm, tốc độ thay đổi của dòng điện ở dây giảm, giai đoạn chạy không hầu như được loại trừ, tính ổn định của hồ quang tăng lên và thời gian dây cháy của nó cũng tăng. Sự phóng điện khi hàn đắp mang đặc tính của quá trình hàn hồ quang tiếp xúc.

Để hiểu rõ bản chất của quá trình hàn rung, ta nghiên cứu sơ đồ hoạt động của thiết bị hàn (H2-7).



Trong khi hàn đắp dây hàn 4 được cung cấp liên tục từ cuộn dây 5 nhờ cơ các con lăn 3 qua vò rung 9. Vò rung làm rung động đầu mút dây hàn 10 với biên độ từ 1,5-2,5mm, tùy theo đường kính dây hàn. Sự rung động đó làm ngắt mạch hàn tại điểm tiếp xúc của đầu dây hàn với chi tiết hàn đắp 11. Cơ cấu rung có thể là điện từ hoặc cơ học. Trên hình vẽ sự rung thực hiện

H2-8. Sơ đồ thiết bị hàn đắp điện rung.

bằng cuộn điện từ 6 và điều chỉnh bằng lò xo 7 hoặc bằng cách thay đổi điện thế trong cuộn dây của cuộn điện từ trong khoảng 20-36V. Mạch hàn được cung cấp dòng điện một chiều từ nguồn điện hàn 1 qua biến trở 12. Dung dịch làm mát được máy bơm 8 bơm qua ống dẫn nước 2 xuống vòi hàn 9.

Trong thời gian ngắn mạch, dòng điện chạy qua điểm tiếp xúc có mật độ tới $400\text{A}/\text{mm}^2$. Kết quả, kim loại tại điểm tiếp xúc bị nung nóng tới nhiệt độ khá cao. Sau đó đầu dây hàn tách khỏi chi tiết hàn đắp và để lại trên bề mặt của nó một phần kim loại của dây hàn. Tiếp theo hồ quang xuất hiện làm nóng chảy phần kim loại này và một phần kim loại cơ bản. Đầu dây hàn xa dần, chiều dài hồ quang tăng lên và tới một lúc nào đó sẽ bị tắt. Tiếp theo là thời gian chạy không. Các quá trình đó được lặp đi lặp lại trong suốt thời gian hàn đắp, tạo lên trên bề mặt chi tiết một lớp kim loại hàn đắp.

Sự đốt nóng và làm chảy kim loại trong quá trình là nhờ nhiệt lượng toả ra do hiện tượng tiếp xúc và do hồ quang. Theo tính toán khoảng 10% nhiệt toả ra là do tiếp xúc còn lại là do hồ quang. Bởi vậy, thực tế sự ngắn mạch không có tác dụng làm nóng chảy kim loại, trái lại, hồ quang gây ảnh hưởng chủ yếu tới quá trình và chất lượng hàn đắp. Điều này liên quan đến nguồn điện hàn. Do đặc điểm của quá trình công nghệ hàn rung, nguồn điện hàn phải có đặc tính ngoài cứng, đảm bảo cung cấp dòng điện hàn với điện áp hồ quang từ 15 – 25V. Có như vậy mới đảm bảo hồ quang ổn định, kim loại lỏng ít bắn tung tóe.

Điện áp hồ quang càng cao thì các giọt kim loại chuyển từ đầu mút dây hàn tới vũng hàn càng mạnh, chiều dày lớp hàn đắp do đó tăng lên. Đồng thời hồ quang kém ổn định, kim loại lỏng bắn nhiều. Sự mất mát kim loại dây hàn do bắn tung tóe có thể đạt tới 60% khi ta hàn với điện áp hồ quang 28V.

Sự dao động của điện cực tạo điều kiện cho kim loại nóng chảy của dây hàn chuyển qua chi tiết hàn đắp dưới dạng những hạt nhỏ, vũng hàn được tạo thành rất bé song đủ làm nóng chảy kim loại cơ bản và vật liệu hàn, chi tiết hàn ít nóng và chiều sâu vùng ảnh hưởng nhiệt bé. Ngoài ra khi hàn đắp điện rung giảm được sự bay hơi của các nguyên tố hợp kim của dây hàn. Chiều dày lớp hàn đắp có thể thay đổi từ 0,8-3,5 mm tùy theo đường kính dây hàn và chế độ hàn đắp. Chi tiết ít bị nung nóng do đó biến dạng nhiệt không đáng kể.

Nhược điểm: Do vũng hàn bé không đảm bảo sự trộn lẫn tốt giữa kim loại cơ bản và kim loại đắp, mối hàn thường chứa nhiều rỗ khí và vết nứt tế vi.

ứng dụng: phục hồi các chi tiết hình trụ có đường kính 15-80mm độ mòn không quá 2mm về một phía. Các chi tiết làm việc trong điều kiện tải trọng va đập lớn

và đôi chiều, như ngỗng trực của ô tô, trục khuỷu ... không nên phục hồi bằng phương pháp này.

2.2.5.2 Dây hàn và dung dịch làm mát

Thường sử dụng dây thép các bon hoặc thép hợp kim với các loại đường kính từ 1-3mm. Loại dây chọn theo yêu cầu về độ cứng của lớp hàn đắp và phương pháp gia công nhiệt sau khi hàn. Cần lưu ý rằng các nguyên tố C, Mn, Cr, Mo, ... càng nhiều thì độ cứng kim loại lớp đắp càng cao, đồng thời khuynh hướng tạo vết nứt càng tăng. Trong phương pháp này mỗi hàn được làm mát ngay sau khi tạo thành, chi tiết hàn lại luôn nguội, do đó kim loại cơ bản tham gia vào mỗi hàn ít, kết quả tính chất mỗi hàn chủ yếu được xác định bằng dây hàn. Thực nghiệm cho thấy muốn đạt độ cứng lớp đắp 40-45HRC mỗi hàn không có vết nứt, cần dùng dây hàn không vượt quá 0,4% C. Khi lượng C tới 0,6% độ cứng đạt tới 55HRC nhưng trong lớp đắp có nhiều vết nứt.

Đường kính dây hàn chọn tùy theo chiều dày lớp hàn đắp, cường độ dòng điện và cấu tạo của đầu hàn đắp. Với chiều dày yêu lớp đắp tới 1mm sử dụng đường kính dây hàn tới 1,6mm; khi chiều dày tới 2mm đường kính dây tới 2,5mm và chiều dày lớn hơn 2mm thì dùng dây đường kính 2-3mm. Tuy nhiên không nên hàn với dây đường kính quá 2,5mm vì chế độ hàn sẽ không ổn định và chất lượng lớp hàn đắp không đảm bảo, trước hết là mỗi hàn hình thành không tốt.

Dung dịch làm mát thường dùng là những dung dịch ion hoá vùng hàn tốt, chẳng hạn dung dịch nước chứa tới 5% canxi cacbonat, 1% xà phòng và 0,5% glixêrin; dung dịch nước chứa tới 6% canxicacbonat, dung dịch nước chứa tới 3 - 4% canxicacbonat và 4-5% glixêrin hoặc dung dịch nước 20-30% glixêrin. Dung dịch cuối cho kết quả tốt nhất.

Dung dịch làm mát đóng vai trò làm mát chi tiết và tẩu hàn trong quá trình hàn đắp, đồng thời nó còn có tác dụng bảo vệ kim loại lỏng khỏi không khí và làm cho quá trình hàn đắp tiến hành thuận lợi hơn.

2.2.5.3 Chế độ và kỹ thuật hàn đắp

Chất lượng lớp hàn trong hàn đắp điện rung chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố công nghệ. Ngoài 3 thông số chính: cường độ, điện áp và tốc độ hàn như hàn tự động, hàn điện rung còn chịu ảnh hưởng của biên độ tần số dao động của điện cực, góc nghiêng của điện cực, số vòng cảm ứng của cuộn cảm, hướng và vị trí dung dịch làm mát, ... Những yếu tố này quan hệ chặt chẽ với nhau và xác định chất lượng lớp đắp.

- Cường độ dòng điện ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất hàn, đến kích thước cơ bản của mỗi hàn. Cường độ hàn được xác định bằng đường kính và tốc độ chuyển động của dây hàn. Nó còn phụ thuộc vào tần số dao động của điện cực, trị số cản

trong mạch hàn, đặc biệt trị số cân giữa điện cực và chi tiết hàn đắp. Cường độ hàn có thể xác định bằng trị số mật độ của nó. Mật độ dòng điện trong hàn đắp điện rung bằng 60-70 A/mm² đối với dây đường kính tới 2mm và 50-70A/mm² đối với dây đường kính lớn hơn 2mm. Khi tăng tốc độ dây hàn cần tăng mật độ dòng điện.

- Điện áp hồ quang có thể điều chỉnh trong phạm vi từ 15-30V. Giảm điện áp hồ quang thường làm giảm tính ổn định của hồ quang và độ sâu nóng chảy trên kim loại cơ bản. Bằng thực nghiệm ta xác định được trị số điện áp theo đường kính dây hàn. Đường kính 1,5mm điện áp hồ quang phải là 15-22V. Thông thường có thể tăng điện áp hồ quang lên một ít để tăng tính ổn định của quá trình hàn đắp.

Tốc độ hàn xác định tùy thuộc vào bề dày lớp hàn đắp. Có thể theo công thức sau:

$$V_h = \frac{0,785.d^2.V_e.K_1}{\delta.s.K_2}$$

Trong đó: V_h – tốc độ hàn đắp, mm/s

d - đường kính dây hàn, mm

V_e – tốc độ đưa dây hàn, mm/s

k_1 – hệ số chuyển kim loại dây hàn tới mối hàn, $k_1 = 0,8 - 0,9$

δ – chiều dày lớp hàn đắp, mm

s – bước tiến điện cực, mm/vg

k_2 – hệ số chênh lệch giữa tiết diện thực tế và tính toán của lớp hàn đắp, $k_2 = 0,9-1,0$

Nếu nhân $k_1 = 0,85$ và $k_2 = 0,95$ thì tốc độ hàn đắp sẽ là:

$$V_h = \frac{0,7.d^2.V_e}{\delta.s}$$

Thực tế các chi tiết hàn đắp có đường kính thay đổi và tốc độ quay của chi tiết hàn đắp cũng thay đổi theo cấp, vì vậy chọn V_h theo công thức trên là khó chính xác. Bởi vậy thường chọn theo thực nghiệm, kết quả cho thấy $V_h = 14 - 34m/h$ với dây hàn đường kính 1,5mm và $V_h = 23 - 48m/h$ đối với dây đường kính 2mm.

- Biên độ dao động của điện cực phụ thuộc đường kính dây hàn và điện áp hồ quang. Đường kính dây hàn càng lớn và điện áp hồ quang càng cao thì biên độ dao động của điện cực càng lớn. Thường biên độ dao động của điện cực nằm trong khoảng từ 0,75 – 1 đường kính dây hàn. Tăng biên độ dao động sẽ giảm thời gian phóng điện, điện cực có điều kiện làm mát tốt hơn, sẽ giảm chiều dày lớp kim loại hàn đắp. Giảm biên độ dao động của điện cực sẽ làm tăng thời gian ngắn mạch, quá trình hàn mất ổn định.

- Góc nghiêng điện cực có ảnh hưởng đến hình dáng mối hàn. Góc nghiêng càng tăng thì chiều rộng mối hàn càng tăng thì chiều rộng mối hàn càng tăng, song tới

một trị số nào đó, chiều rộng mỗi hàn bắt đầu giảm. Ngược lại chiều cao mỗi hàn hầu như luôn giảm, theo chiều tăng của góc nghiêng điện cực (H2-8). Hình dáng mỗi hàn tốt nhất khi hàn với góc nghiêng điện cực từ $20 - 60^{\circ}$.

- Lượng dung dịch có ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ nguội của chi tiết hàn và khác nhau đối với những chi tiết có đường kính khác nhau. Đường kính chi tiết hàn càng bé thì lượng dung dịch làm mát phải càng lớn, nói chung lượng dung dịch làm mát không quá 3l/ph.

- Bước hàn đắp (bước tiến của điện cực) liên quan đến chiều rộng mỗi hàn và phụ thuộc vào điện áp hồ quang, cường độ dòng điện và tốc độ làm nguội kim loại mỗi hàn. Bằng thực nghiệm cho thấy: với điện áp hồ quang từ 12 – 15V thì bước hàn đắp bằng 1,2 – 1,5 đường kính dây hàn, với điện áp hồ quang từ 15 – 20V thì bước hàn đắp bằng 1,5 – 2,0 đường kính dây hàn. Tăng bước hàn làm cho kim loại cơ bản nóng chảy tốt hơn, song các đường hàn có thể không xếp đều đặn và độ tinh khiết của kim loại lớp đắp không đảm bảo.

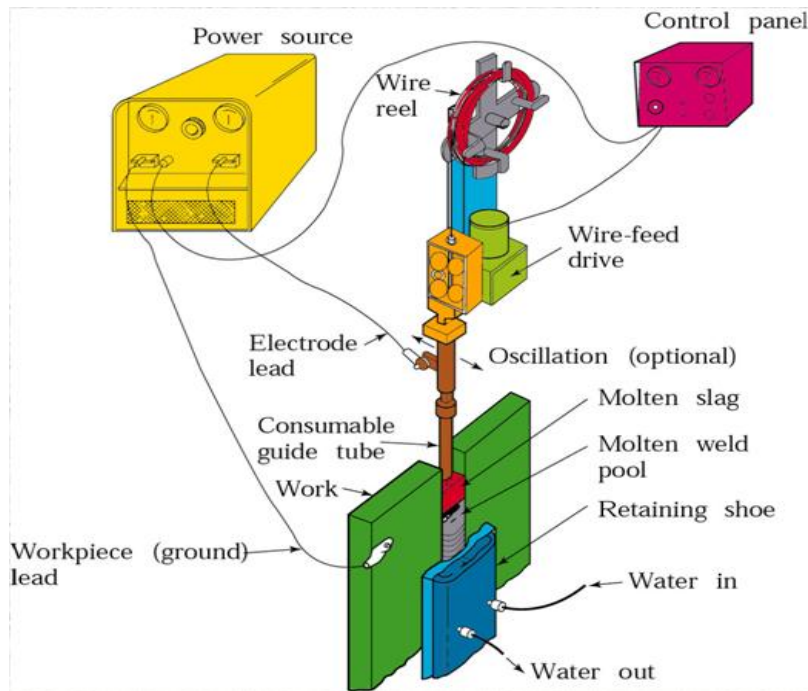
Chiều dày lớp hàn đắp xác định bằng lượng mài mòn của chi tiết máy và khả năng của phương pháp hàn đắp. Phương pháp này cho phép nhận được lớp đắp chiều dày bằng mấy phần mười mm 3 hoặc 3,5mm. Lượng dư gia công cơ khí bằng 0,8 – 1,2mm về một phía.

Chọn chế độ hàn đắp thường xuất phát từ bề dày lớp đắp. Sau đó chọn loại dây hàn và đường kính của nó. Loại dây hàn chọn tùy thuộc vào độ cứng cần thiết của lớp hàn đắp, còn đường kính phụ thuộc bề dày của lớp đắp. Tiếp theo xác định tốc độ đẩy dây (hay cường độ dòng điện), điện áp hồ quang, bước hàn, tốc độ hàn và lượng dung dịch làm mát.

2.2.6 Hàn đắp điện xỉ

Hàn đắp điện xỉ là phương pháp hàn mới, hiện đại, do Viện Hàn Patôn (Liên Xô) phát minh. Nó cho phép hàn kim loại có chiều dày không hạn chế với năng suất rất cao và chất lượng mỗi hàn tốt. Được sử dụng để phục hồi hàn đắp mặt phẳng, trụ và côn với chiều dày yêu cầu của lớp đắp không nhỏ hơn 10mm. Nguyên tắc hàn từ dưới lên theo phương thẳng đứng hoặc nghiêng một góc không lớn hơn 30° .

2.2.6.1 Nguyên lý



H.2.9 Sơ đồ nguyên lý hàn điện xỉ

Hàn điện xỉ: Nhiệt phát ra do dòng điện đi qua lớp xỉ và kim loại lỏng có điện trở lớn, nhiệt lượng sinh ra đủ để nung chảy thuốc hàn, điện cực và một phần kim loại cơ bản để tạo nên vũng hàn.

Điện cực nhúng sâu vào vũng xỉ một đoạn (l), bề mặt điện cực cách bề mặt vũng kim loại lỏng một đoạn (a). Nhiệt lượng sinh ra trong vũng hàn

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t = 0,24 U \cdot I \cdot t$$

Hàn điện xỉ có thể dùng điện cực dây hoặc tấm, hoặc kết hợp tấm và dây. Dòng điện đi qua lớp xỉ lỏng và đi qua vũng kim loại lỏng ở giữa tạo ra nhiệt độ cao. Làm thuốc hàn, điện cực và mép chi tiết hàn chảy ra;

Quá trình hàn điện cực đi xuống với vận tốc không đổi và nhúng sâu vào xỉ lỏng một đoạn (l) trong suốt quá trình hàn. Nếu $V_{dc} = \text{const}$ = tốc độ nóng chảy thì khoảng cách giữa bề mặt điện cực và vũng kim loại lỏng không đổi và lượng kim loại nóng chảy ra của điện cực và mép hàn không đổi;

Dòng điện chạy qua xỉ lỏng sẽ phát nhiệt (tính theo công thức trên) V_{dc} đi xuống bằng V_{nc} của dây. Khoảng cách giữa bề mặt điện cực và kim loại lỏng không đổi, độ ngập sâu của điện cực không đổi. Trong quá trình hàn mỗi hàn nằm dưới kim loại lỏng và kết tinh, nhiệt dự trữ của vũng xỉ sẽ cung cấp cho việc nung nóng và nóng chảy kim loại hàn để tạo vũng xỉ và kim loại lỏng;

Sơ đồ công nghệ (H2- 8). Hàn điện xỉ nói chung giống hàn dưới lớp thuốc. Sự khác nhau cơ bản là hồ quang không có khi chế độ hàn ổn định. Các chi tiết hàn 1 gá

đứng với khe hở nhất định. Dọc theo khe hở có đồ gá làm nguội 7 áp sát mặt chi tiết hàn. Đồ gá làm nguội còn đóng vai trò tạo hình dáng mỗi hàn.

Dây 2 và thuốc hàn 3 được cung cấp tự động xuống khoảng không gian tạo bởi mép vật hàn và đồ gá làm nguội. Hồ quang 5 chỉ xuất hiện lúc đầu của quá trình, khi lượng xỉ lỏng 4 đã đủ lớn, dây hàn nóng chảy trong lớp xỉ và hồ quang mất. Dòng điện chạy qua thuốc nóng chảy, nung nóng thuốc và giữ nó ở nhiệt độ cao với tính dẫn điện tốt.

Nhiệt độ thuốc lỏng cao hơn nhiệt độ nóng chảy của kim loại, kết quả kim loại cơ bản và kim loại bổ sung nóng chảy tạo thành vũng kim loại lỏng 6. Cùng với sự nóng chảy của dây hàn, đồ gá làm nguội 7 dịch chuyển từ dưới lên và tạo thành mỗi hàn 8 liên kết các mép vật hàn.

Mức tiêu thụ thuốc hàn do bay hơi và tạo lớp xỉ lỏng chiếm không quá 5% khối lượng kl đắp, so với hàn dưới lớp thuốc mức tiêu hao đó giảm 15 – 30 lần. Tiêu thụ điện năng cũng giảm nhờ giảm được năng lượng làm nóng chảy thuốc.

Bề hàn với chiều sâu lớn và tồn tại lâu tạo điều kiện cho khí và tạp chất phi kl thoát dễ dàng hạn chế việc hình thành rỗ khí và các vết nứt. Việc nung nóng và làm nguội chậm vùng ảnh hưởng nhiệt loại trừ được hiện tượng tôi nhưng hạt phát triển và chiều rộng vùng ảnh hưởng nhiệt lớn hơn nhiều lần so với hàn dưới lớp thuốc.

Kim loại hàn đắp bằng điện xỉ chiếm 80 – 90% kim loại dây hàn nóng chảy. Vì vậy chỉ có thể hợp kim hoá kim loại đắp thông qua dây hàn.

(bổ sung hình nguyên lý)

2.2.6.2 Công nghệ hàn đắp điện xỉ

Trước khi hàn, mép vật hàn cắt dưới góc vuông bằng ngọn lửa oxy hoặc bằng cơ khí. Mép vật hàn cho phéplồi, lồi tới 3mm.

Khi gá vật hàn cần chú ý khe hở giữa các mép. Thường chiều rộng khe hở chọn từ 20 – 35mm. Khe hở gây khó khăn cho việc đưa tẩu hàn vào vị trí hàn và làm giảm độ ăn sâu của mỗi hàn, kết quả có thể giảm độ bền của mỗi hàn. Khe hở lớn làm giảm năng suất hàn và tốn nhiều vật liệu hàn.

Chế độ hàn điện xỉ được xác định bằng các điều kiện đặc trưng cho tính ổn định của quá trình, kích thước, hình dáng và chất lượng kim loại hàn đắp.

Đường kính và số lượng dây hàn chọn tùy thuộc vào chiều dày vật hàn hoặc chiều dày mỗi hàn, Thường dùng dây đường kính 3mm, hoặc có thể tới 5- 6mm. Bằng một dây đường kính 3mm, khi hàn không dao động ngang có thể hình thành mỗi hàn ổn định đối với các chi tiết dày tới 60mm; bằng hai dây tới 60-130mm và ba dây tới 110-200mm. Cũng những dây đó, song nhà có dao động ngang, bề dày vật hàn tương ứng

là 150, 350 và 600mm. Tốc độ dao động của điện cực (đầu dây hàn) thường chọn trong phạm vi 30-40m/ph.

Cường độ hàn và điện áp hồ quang phụ thuộc vào bề dày vật hàn. Cường độ hàn có thể xác định theo công thức kinh nghiệm sau:

$$I_h = M + N\delta$$

Trong đó I_h – cường độ hàn, A

M, N – hệ số kinh nghiệm ($M = 220 - 280$; $N = 3,2 - 4$)

δ – chiều dày vật hàn, mm

Hoặc cường độ hàn cũng có thể xác định bằng công thức kinh nghiệm khác, theo một hệ số tỷ lệ với tốc độ đẩy dây:

$$I_h = V_e C$$

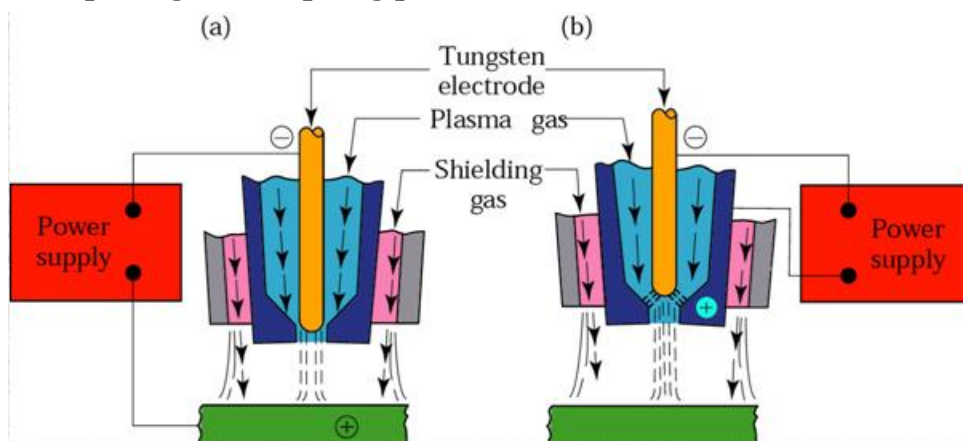
Với V_e – tốc độ đẩy dây, m/h

C – hệ số kinh nghiệm, bằng 1,6 – 2,2.

Điện áp hồ quang quy định trong phạm vi 35 – 50V. Chiều dày vật hàn càng lớn điện áp hồ quang chọn càng cao.

Chiều sâu bể xỉ ảnh hưởng tới quá trình và chất lượng hàn. Chiều sâu tối ưu của bể xỉ nằm trong khoảng 40- 60mm. Chiều sâu bể xỉ quá bé làm quá trình hàn mất ổn định, xỉ sôi mạnh và bắn nhiều. Trường hợp ngược lại, chiều sâu quá giảm. Vì vậy khi hàn và hàn đắp điện xỉ việc điều chỉnh chiều sâu bể xỉ được thực hiện bằng phương pháp tự động.

2.2.7. Hàn đắp bằng hồ quang plasma



2.2.7.1 Hồ quang plasma và ứng dụng của nó

- Plasma là chất được nung nóng tới mức hơi của nó ở trạng thái ion hóa mạnh. Chất đó bao gồm các phân tử, nguyên tử, ion, điện tử và fôtôn phát sáng. Mỗi cm^3 plasma chứa 10^9 - 10^{10} phần tử mang điện. Nói cách khác plasma là một chất khí ion hóa mạnh ở nhiệt độ cao. Trạng thái vật chất ở dạng plasma thường gọi là trạng thái “thứ tư”.

- Sự ion hóa gây ra bởi tác dụng của nhiệt độ cao hoặc điện trường tần số cao. Tùy thuộc vào hình thức kích thước mà phân biệt plasma hồ quang hoặc plasma tần số cao. Ta chỉ khảo sát plasma hồ quang dùng vào việc phục hồi chi tiết máy.

- Khí tạo plasma đi qua một khe hẹp chứa hai điện cực tạo hồ quang. Khí ép hồ quang làm cho nhiệt độ của nó tới 16000° và cao hơn. Việc tạo ra một nhiệt lượng lớn trong khoảng không gian nhỏ gây nên sự ion hóa chất khí, tức là làm xuất hiện trong không gian điện cực những phân tử mang điện trái dấu, những ion và điện tử, cũng như hơi vật liệu làm điện cực; dưới tác dụng của điện trường và khí nén chúng tạo nên tia plasma có hướng, thường gọi là hồ quang nén. Plasma có tính dẫn điện cao do đó dễ khống chế nó bằng điện trường và từ trường. Tốc độ chuyển động của các phân tử trong tia plasma rất lớn và có thể xác định theo công thức:

$$V = \frac{0,8I\sqrt{P}}{r}$$

trong đó: V- tốc độ chuyển động của các phân tử trong tia plasma, m/s.

I - cường độ dòng điện, A.

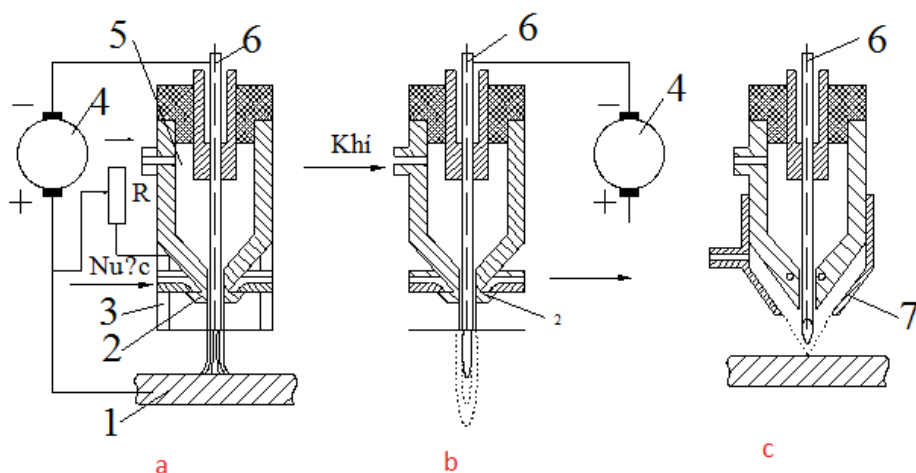
P - lượng nguyên tử khí trong 1 cm³.

r - bán kính điểm trên điện cực, cm .

Với áp suất khí 2- 3 at và cường độ dòng điện 400- 500 A, tốc độ chuyển động của các phân tử trong tia plasma có thể vượt 15000 m/s.

Cơ cấu tạo tia plasma gọi là mỏ đốt hoặc plasmatron. Sơ đồ nguyên lý mỏ đốt plasma (H2- 9), có ba sơ đồ tạo plasma: hồ quang thẳng, hồ quang xiên và hồ quang hỗn hợp.

Trong mỏ đốt tác dụng thẳng (H.a) hồ quang cháy giữa các điện cực không nóng chảy vonfram 6 và vật hàn 1, bị ép bởi khe hẹp của miệng 2 và khí tạo plasma qua khoảng không gian 5. Phần khí đi qua cột hồ quang nén bị ion hóa và thoát khỏi miệng mỏ đốt tạo thành tia plasma. Lớp ngoài tương đối nguội của chất khí tạo nên lớp cách điện và nhiệt giữa hồ quang và miệng mỏ đốt, bảo vệ nó khỏi bị phá hủy. Nhiệt độ trong hồ quang nén tác dụng thẳng có thể đạt tới hơn 30000°. Mỏ đốt theo sơ đồ này dùng để cắt kim loại và những công việc khác đòi hỏi nhiệt độ nung nóng cao.



H2-10. Sơ đồ đầu hàn plasma

a) tác dụng thẳng. b) tác dụng xuyên. c) micro plasma.

1. vật hàn; 2. miệng làm nguội; 3. miệng bảo vệ khí; 4. nguồn điện;

5. buồng tạo khí plasma; 6. điện cực; 7. miệng điều tiêu.

Trong đầu hàn tác dụng xuyên (Hb) hồ quang cháy giữa điện cực không nóng chảy 6 và miệng làm mát 2. Luồng khí ion hóa được nung nóng đáng kể thoát khỏi miệng mỏ đốt ở dạng ngọn lửa sáng với nhiệt độ tới 16000° . Tại đây một phần năng lượng chi phí vào việc nung nóng luồng khí nhưng tốc độ tác dụng nhiệt của nó thấp hơn vì bề mặt cột hồ quang tự do và sự truyền nhiệt vào môi trường bao bọc tăng theo chiều tăng của dòng điện. Mỏ đốt theo sơ đồ tác dụng xuyên dùng để tôi bề mặt và phun kim loại.

Trong đầu hàn tác dụng hỗn hợp có hai hồ quang cháy: một ở giữa điện cực vonfram không nóng chảy và khe làm nguội và một giữa điện cực vonfram nóng chảy và vật hàn. Mỏ đốt theo sơ đồ này dùng vào việc hàn đắp bằng bột kim loại.

- Khi tia plasma chuyển động với tốc độ cao qua miệng mỏ đốt sẽ kéo theo không khí của môi trường xung quanh vào vùng hàn. Bởi vậy để bảo vệ vùng hàn của mỏ đốt người ta gá thêm miệng bảo vệ khí 3. ngoài việc bảo vệ nó còn có tác dụng ép tia plasma và điều tiêu nó (Hc). Những mỏ đốt loại này gọi là microplasma vì chúng cho phép nhận hồ quang nhọn trong phạm vi dòng điện bé (0,5- 30 A).

Nhiệt độ tia plasma phụ thuộc nhiều vào cường độ và lượng tiêu thụ khí tạo plasma. Nhiệt độ cao nhất là ở vùng gần cột plasma, càng xa nhiệt độ càng giảm. Nhiệt độ và độ dẫn điện của tia plasma tăng theo chiều tăng của dòng điện.

Đặc tính của tia plasma: nhiệt độ cao; tập trung công suất nhiệt trên một khối lượng nhỏ vật liệu (vùng quá nhiệt chỉ khoảng 0,5- 1,0 mm, trong khi đó vùng quá nhiệt của hàn hồ quang điện là 1,5- 3,0mm, và hàn hơi là 10- 20mm); có khả năng làm nóng chảy và thậm chí bay hơi bất kì kim loại nào trong thiên nhiên. Vùng ảnh hưởng

nhật khi hàn đắp plasma rất nhỏ, chỉ 3- 6mm (khi hàn đắp hồ quang là 5- 15mm, và khi hàn đắp khí là 15 - 30mm và cao hơn); lớp hàn đắp có chiều dày từ 0,1 tới vài milimet. Ngoài ra plasma còn có ưu điểm các chất khí tạo plasma không bắt lửa và có thể sử dụng không khí làm khí tạo plasma có thể tạo tia plasma có dạng gần giống với tiết diện lỗ thoát của mỏ đốt và điều chỉnh dạng và hướng tia plasma bằng từ trường ngoài; khi chuyển động với tốc độ cao trong tia plasma cho phép thổi kim loại nóng chảy khi cắt, cắt tốc độ nhanh và cắt dưới nước.

Các dạng tia plasma khác nhau nhận được qua những sơ đồ điện khác nhau cho phép sử dụng nhiều loại vật liệu phụ (dây, thổi, bột ...), điều chỉnh riêng biệt trong phạm vi rộng sự nóng chảy kim loại phụ và kim loại cơ bản, có thể nhận được lớp đắp với chiều sâu ngẫu nhỏ nhất. Bằng hàn đắp plasma có thể thực hiện tốt việc đắp các lớp đồng chì, đồng đỏ, đồng thau trên thép với lượng sắt trong lớp đắp không vượt quá 0,5%. Người ta cũng đã thành công trong việc đắp các chi tiết thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp bằng vật liệu chịu mòn mà lượng kim loại cơ bản tham gia vào lớp đắp là nhỏ nhất. Trong lĩnh vực phục hồi chi tiết máy hàn đắp plasma là một trong những phương pháp công nghệ tiên bộ và có triển vọng nhất.

2.2.7.2 Thiết bị và vật liệu hàn đắp plasma

Thiết bị hàn đắp plasma bao gồm nguồn điện hàn, biến trở đệm, cuộn cảm, dao động từ, đầu hàn plasma, tủ điều khiển, hệ thống nước lưu thông, đồ gá cung cấp dây hoặc đầu hàn plasma.

Nguồn điện hàn, sự khác nhau cơ bản giữa hồ quang điện và hồ quang nén (tia plasma) là ở sự sử dụng khác nhau năng lượng hồ quang. Trong hồ quang thường năng lượng được sử dụng từ các quá trình ở lân cận điện cực; ở trên mặt điện cực và ở trong các lớp mỏng của bề mặt điện cực. Trong hồ quang plasma năng lượng được sử dụng là của một cột riêng, vùng đốt nóng chiếm một khối lượng đáng kể.

Để tăng cường độ đốt nóng người ta tăng chiều dài hồ quang và thể tích cột. Công suất đốt nóng được biểu thị bằng hai thừa số tương đương cùng bậc IU, trong đó U là điện áp sụt trong cột. Thêm vào đó có thể nhận dòng plasma công suất hàng trăm và thậm chí hàng ngàn kW.

Khi hàn đắp bằng điện cực nóng chảy trong hồ quang thường nếu tăng điện áp hồ quang thì dòng điện giảm và khi hàn đắp tự động quan hệ đó đảm bảo cho chiều dài hồ quang tự điều chỉnh. Ngược lại trong hàn đắp plasma sự thay đổi cường độ khi thay đổi điện áp hồ quang làm cho chiều sâu ngấm không đồng đều và phá hoại sự ổn định của quá trình. Những đặc điểm đó của hồ quang plasma đòi hỏi nguồn điện hàn phải đảm bảo những yêu cầu thích hợp. Nếu như khi hàn hoặc hàn đắp hồ quang

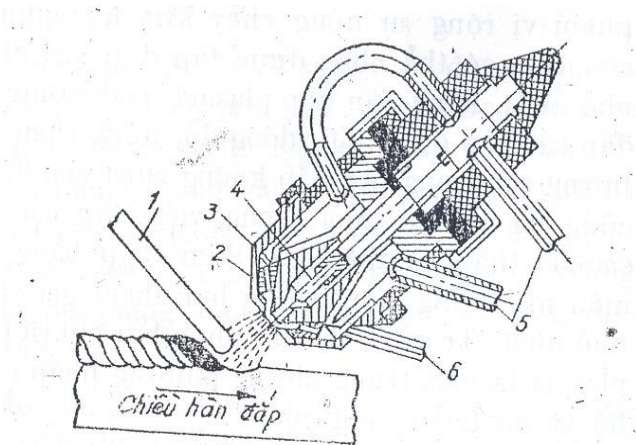
thường yêu cầu quan trọng nhất là dòng điện không đổi thì trong hàn plasma cần có công suất cung cấp UI không đổi.

Đặc tính nguồn điện cần có dạng hypecpon (H2.10) hoặc dạng đường thẳng gần giống với nó (đường gạch) nhận được từ nguồn điện một chiều qua biến trở đệm, hoặc dốc đứng, thậm chí đứng, cho phép thay đổi điện áp đáng kể khi dòng điện không đổi.

Cấu tạo của mỏ hàn plasma

H2-11. Mỏ hàn plasma và sơ đồ hàn dây bằng thanh hợp kim cứng:

1. thanh hợp kim, 2. miệng khí bảo vệ,
3. miệng khí công tác,
4. điện cực vonfram,
5. rãnh cấp nước và điện,
6. khe cấp khí bảo vệ.



Cấu tạo của các mỏ plasma phụ thuộc chủ yếu vào công dụng và cách tạo plasma. H2-11. đầu hàn plasma và sơ đồ hàn đắp bằng thanh hợp kim cứng. Khi hàn đắp mỏ hàn chuyển động nhanh trước thanh hợp kim. Vũng hàn được bảo vệ bằng agôn cung cấp qua khe 6. Có thể thay thanh hợp kim bằng các dây hàn khác nhau tùy theo yêu cầu của lớp đắp. Chế độ hàn đắp chọn bằng phương pháp thực nghiệm. Chẳng hạn khi hàn đắp hợp kim stelit (35- 50Co, 20-35Cr, 9- 15W, 1- 2C, còn lại Fe) chế độ hàn như sau: cường độ 120- 130A, điện áp hồ quang 40- 50V, lượng agôn tạo plasma và bảo vệ 8- 10dm³/ph, đường kính điện cực vonfram 3mm, đường kính miệng mỏ plasma 8mm.

2.2.7.3 Công nghệ hàn đắp plasma

a. Chọn chế độ hàn đắp:

Chất lượng lớp hàn đắp plasma phụ thuộc rất nhiều thông số, song tới nay người ta vẫn chưa nghiên cứu đầy đủ ảnh hưởng của chúng.

Những yếu tố cơ bản ảnh hưởng tới chất lượng hàn đắp plasma là: chất lượng chuẩn bị bề mặt hàn đắp, cường độ dòng điện, điện áp không tải và điện áp làm việc, tốc độ hàn, khoảng cách từ mỏ hàn tới bề mặt hàn đắp, lượng tiêu thụ và chất lượng khí tạo plasma và khí bảo vệ, biên độ và tần số dao động ngang của mỏ hàn (khi hàn rung), cũng như lượng nước làm nguội tiêu thụ.

- Chuẩn bị bề mặt hàn đắp bao gồm việc đánh sạch rỉ, dầu, mỡ và các chất bẩn khác. Công việc này phải tiến hành kĩ hơn so với khi hàn đắp tự động thông thường.

Khi hàn đắp hồ quang điện thường sự liên kết giữa kim loại hàn đắp và kim loại cơ bản thực hiện được nhờ các quá trình luyện kim và hóa học tại vũng hàn.

Khi hàn đắp plasma kim loại cơ bản không bị nóng chảy; độ bám của lớp đắp có được là nhờ các quá trình rất phức tạp xảy ra khi liên kết kim loại ở pha lỏng và pha rắn. Vì vậy mọi chất bẩn có thể có đều ảnh hưởng tới độ bám của lớp đắp. Người ta làm sạch bề mặt hàn bằng phương pháp tiện, mài hoặc phun.

- Cường độ dòng điện là thông số cơ bản của chế độ hàn đắp plasma. Khi tăng cường độ hệ số đắp tăng, đồng thời kim loại bổ sung và kim loại cơ bản bị nung nóng nhiều hơn. Việc tăng quá mức cường độ dòng điện có thể làm cho kim loại cơ bản nóng chảy, trộn lẫn với kim loại hàn đắp và giảm chất lượng lớp đắp. Cường độ hàn chọn bằng phương pháp thực nghiệm để đảm bảo nung nóng kim loại cơ bản tới giới hạn nóng chảy của nó.

- Điện áp không tải của nguồn điện hàn ảnh hưởng tới sự ổn định của quá trình hàn đắp. Quá trình hàn đắp dùng bột ổn định khi điện áp không tải không thấp hơn 100V và dùng dây- không thấp hơn 70V.

- Tốc độ hàn đắp ảnh hưởng tới hình dáng mối hàn, chất lượng và độ bám lớp đắp. Tốc độ hàn đắp giảm chiều dày lớp đắp tăng. Hàn đắp với tốc độ quá nhỏ có thể gây quá nhiệt và làm nóng chảy kim loại vật hàn.

Ngược lại, việc tăng quá lớn tốc độ hàn đắp sẽ làm giảm chiều rộng và chiều cao của lớp hàn đắp; bề mặt vật hàn có thể không được nung nóng thích đáng, kết quả làm giảm độ bám của lớp hàn đắp. Vì vậy tốc độ hàn đắp phải chọn theo điều kiện về độ bám và các kích thước cơ bản của lớp đắp.

- Khoảng cách từ mỏ hàn tới vật khi hàn bột giữ vai trò quan trọng. Tăng khoảng cách đó làm giảm công suất nhiệt của quá trình; kim loại và vật hàn không đủ nung nóng, độ bám và khả năng bảo vệ của khí giảm. Khi giảm khoảng cách đó công suất nhiệt tăng, làm cho kim loại vật hàn quá nhiệt, xuất hiện tượng chảy rôi của dòng khí làm giảm khả năng bảo vệ. Khoảng cách thích hợp nhất nằm trong khoảng 12- 20 mm.

Khi hàn đắp bằng dây dẫn điện, khoảng cách thích hợp là 8- 16 mm, còn khoảng cách từ miệng mỏ đốt tới dây dẫn điện là 5- 8 mm.

Ở Liên Xô đã ứng dụng phương pháp hàn đắp plasma bằng vật liệu bột (H2-13) để phục hồi nhiều chi tiết máy kéo. Bằng phương pháp này có thể hàn đắp một lần một lớp kim loại đắp dày 0,3- 3,5 mm và rộng tới 50mm. Nhờ chiều sâu ngấu nhỏ, thậm chí không có nên có thể phục hồi được những chi tiết dạng ống thành mỏng. Chế độ hàn đắp quy định như sau:

	Máy dùng argon	Máy dùng nitơ
--	----------------	---------------

Cường độ, A	150- 200	120- 160
Điện áp không tải, V	120-160	50- 60
Lượng tiêu thụ khí tạo plasma, l/ph	1,5- 2,5	1,5- 2,5
Lượng tiêu thụ khí bảo vệ, l/ph	16- 20	20- 25
Lượng tiêu thụ khí tải, l/ph	5- 7	6- 9
Lượng tiêu thụ khí làm nguội, l/ph	5	5
Khoảng cách từ mỏ hàn tới chi tiết, mm	10- 18	10- 18
Số lần dao động của mỏ hàn trong 1 phút	40- 100	40- 100
Tốc độ hàn đắp, m/ph	0,15- 0,18	0,15- 0,18

c. Hàn đắp plasma với dây kim loại

Phương pháp này cũng thực hiện trên máy đã mô tả. Cấp dây hàn vào tia plasma tại vị trí cách miệng ngoài của mỏ đốt khoảng 3-9 mm. Việc hàn đắp tiến hành như trường hợp hàn bột, nghĩa là theo đường xoắn ốc hoặc mỏ hàn dao động ngang. Khi hàn đắp với dây hàn ta không đấu cực dương với vật mà với dây; dây hàn dẫn điện còn chi tiết là trung tính. Trong trường hợp này ta sử dụng thiết bị hàn tự động. Nó làm nhiệm vụ cấp dây tự động vào bể hàn, các chức năng khác do mỏ đốt plasma thực hiện. Theo cách đó, bề mặt chi tiết được nung nóng bằng plasma đồng thời tiếp nhận kim loại bổ sung nóng chảy tạo thành lớp hàn đắp.

2.3. Vật liệu trong công nghệ hàn đắp

2.3.1 Vật liệu hàn

Những loại kim loại cơ bản được hàn đắp: có rất nhiều loại bao gồm thép cacbon, thép hợp kim thấp, thép đúc, thép Mn cao, thép chống ăn mòn...

Thép cacbon và thép hợp kim thấp có đầy đủ tính dẻo dai đáp ứng yêu cầu của công nghệ hàn đắp tuy nhiên nếu thành phần cacbon tương đương mà cao thì khi hàn đắp cần phải tiến hành gia nhiệt, đây là biện pháp hạn chế việc nứt khi hàn.

Tính hàn đối với các kim loại cơ bản: Khi hàn đắp thép cacbon và thép hợp kim thấp, trị số cacbon tương đương được xem như một chỉ tiêu thể hiện đặc tính hàn của thép. Trị số cacbon tương đương được tính theo biểu thức:

$$C_s = C + \frac{1}{6} Mn + \frac{1}{24} Si + \frac{1}{40} Ni + \frac{1}{5} Cr + \frac{1}{4} Mo + \frac{1}{14} V \quad (5.1)$$

Giữa giá trị cacbon tương đương và độ cứng tôi được ở vùng ảnh hưởng nhiệt tồn tại sự phụ thuộc bậc nhất, được thể hiện bởi phương trình cho trường hợp hàn đắp thép tấm dày 20mm bằng que hàn có đường kính

$$d = 4 \text{ mm (I = 170A, } v_h = 15\text{cm/phút)} \quad [1]$$

$$H_{max} = (600C_s + 40) \pm 40$$

Trong đó: H_{max} là độ cứng cực đại ở vùng ảnh hưởng nhiệt theo Vicker (tải trọng 100N).

C_3 là trị số cacbon tương đương

Джексон đã đề nghị chế độ gia nhiệt đối với các chi tiết bằng thép cho các độ cứng cực đại tại vùng ảnh hưởng nhiệt

Độ cứng cực đại H_V dưới 200	- không cần nung trước
H_V từ 200 – 250	- Có thể nung dưới 100 ⁰ C
H_V từ 250 – 325	- Cao hơn 150 ⁰ C
H_V lớn hơn 325	- Cao hơn 250 ⁰ C

Đề nghị trên liên quan đến việc hạn chế việc xuất hiện vết nứt khi hàn đắp

Khi hàn đắp trong phần lớn các trường hợp nảy sinh các vấn đề tạo nên hiện tượng nứt nóng. Có thể các việc tạo ra hiện tượng nứt nóng như sau:

Thời gian kết tinh của kim loại hàn tại giới hạn kết tinh của hạt tạo nên hợp kim dễ nóng chảy (ép te tích). Sự có mặt của hợp kim ép te tích tại giới hạn các hạt là nguyên nhân của sự phá huỷ khi co ngót khi nguội. Để đánh giá độ nhạy của hiện tượng nứt nóng đề nghị chỉ tiêu H.C.S được tính toán theo phương trình:

$$H.C.S = \frac{C(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100})}{3Mn + Cr + Mn + V} \cdot 10^3$$

- Thành phần và độ cồng của kim loại hàn

- Giảm đồ cấu trúc $\sigma\epsilon\phi\phi\epsilon\phi\epsilon\phi$

2.3.2 Que hàn đắp

- Vật liệu hàn đắp được chọn tùy theo thành phần hoá học của kim loại cơ bản và yêu cầu kỹ thuật của chi tiết hàn đắp.

- Vật liệu hàn phải bổ sung cho lớp đắp các nguyên tố hợp kim làm tăng độ cứng và độ chịu mòn khi làm việc trong điều kiện chịu ma sát. Các nguyên tố hợp kim thường gặp là: C, Mn, Cr, Si, Ti, Ni, ...

Mn: hàm lượng từ 8 – 27% sẽ làm tăng độ cứng, tăng chịu mòn lên 4-5 lần, có khả năng chịu tải trọng động.

Cr: Hàm lượng 6 -8% có độ cứng cao, chịu mài mòn tốt (không chịu được tải trọng động).

Ngoài ra W, Mo, Co, V, Ni dùng trong các hợp kim đặc biệt.

- Các nguyên tố hợp kim dễ bị bay hơi, dễ bị ôxi hoá, nên sử dụng vật liệu phụ và bảo vệ khỏi ôxy.

- Nhiệt độ nóng chảy của vật liệu không được quá cao.

Que hàn đắp: Được phân loại theo thành phần hoá học, tính chất lớp hàn đắp, theo điều kiện cụ thể.

Thuốc hàn: Phân loại phụ thuộc vào hàm lượng Mn, theo công dụng, tính chất.

Dây hàn: Thường dùng dây hợp kim

Khí: Ar + (5 – 10)% hay (10 - 20)% CO₂; CO₂

2.3.3 Thuốc hàn nóng chảy

Tương tự như thuốc bọc que hàn. Thuốc hàn là một hợp chất gồm các chất tạo khí, tạo xỉ, ổn định hồ quang, khử ô xy, hợp kim hoá v.v được bọc lên lõi que hàn. Hợp chất này làm cải thiện khả năng tạo mối hàn có chất lượng tốt.

**Vai trò của thuốc hàn trong hàn dưới lớp thuốc.*

Đảm bảo hồ quang hàn cháy ổn định.

Bảo vệ hồ quang hàn và vũng hàn khỏi sự tác động của môi trường xung quanh.

Tạo dáng mối hàn và hình thành mối hàn tốt .

Đảm bảo tinh luyện kim loại mối hàn và khử tạp chất triệt để hơn, do thể tích vũng hàn và lượng thuốc hàn nóng chảy lớn hơn, các phản ứng có điều kiện xảy ra triệt để hơn .

Có khả năng hợp kim hóa kim loại mối hàn cao hơn, đặc biệt là thuốc hàn gốm.

Đảm bảo ít khuyết tật: rỗ khí, ngậm xỉ, không có khe hở hàn...

Bảo vệ thợ hàn khỏi tác dụng bức xạ của hồ quang.

**Phân loại :*

Theo phương pháp chế tạo có hai loại chính: thuốc hàn nung chảy; thuốc hàn gốm, thuốc hàn thiêu kết.



Thuốc hàn Nung chảy là thuốc hàn dùng cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc, được chế tạo bằng phương pháp nấu chảy các thành phần của mẻ liệu và được tạo hạt.

Đặc điểm của thuốc hàn nung chảy :

Thường là hệ silicat có tỉ lệ oxit silic cao ,do đó có đặc tính axit .

Nhiệt độ nóng chảy khoảng 1300oC.

Độ nhớt đủ cao ở nhiệt độ cao để ngăn tác động của oxi và N từ không khí khi hàn và ngăn xỉ chảy loang ra khỏi mối hàn.

Đồng nhất về mặt hóa học, không hút ẩm.

Không chứa được các nguyên tố hợp kim

Khi hàn ,xi hàn chứa nhiều Oxi tự do .

2.3.4 Công nghệ phục hồi chi tiết hàn đắp

➤ Phân tích kết cấu và điều kiện làm việc

- Kết cấu:

+ Hình dáng, kích thước

+ Độ phức tạp của kết cấu

+ Lượng bị mòn

+ Vật liệu chi tiết

- Điều kiện làm việc: dựa vào điều kiện làm việc chọn vật liệu hàn cho phù hợp sự chống ăn mòn, mài mòn.

➤ Làm sạch và chuẩn bị bề mặt

Bề mặt chi tiết hàn cần phải làm sạch: Hầu hết chi tiết máy đưa phục hồi đều rất bẩn; bề mặt bị bám dầu mỡ, han gỉ. Nếu hàn đắp lên thì mối hàn sẽ không ngấu, rỗ khí và có những tạp chất phi kim loại khác.

- Phương pháp tẩy sạch chi tiết bằng tia lửa nhiệt hay trong lò nung có hiệu quả và tiện lợi nhất. Chất bẩn không những bị đốt cháy khỏi bề mặt mà còn khỏi cả những chỗ hóc hiểm và nứt rạn của chi tiết. Tiếp đó muội than và oxyt kim loại được đánh sạch bằng chổi thép.

- Tuy nhiên không phải chi tiết nào cũng có thể tẩy sạch bằng phương pháp trên. Những chi tiết làm bằng thép Mn cao phải rửa trong dung dịch nước xút 5% rồi rửa bằng nước nóng. Những chi tiết làm bằng thép C hay thép hợp kim mà công nghệ hàn đắp phải ứng dụng gia nhiệt trước thì việc tẩy sạch dầu mỡ và chất bẩn được thực hiện ngay trong quá trình gia nhiệt đó.

Sau khi làm sạch bề mặt phải xác định đặc trưng và đại lượng mòn, đồng thời xác định loại vật liệu của chúng:

- Đại lượng mòn xác định bằng dưỡng hoặc dụng cụ đo. Dựa vào kích thước bình thường của chi tiết để tính lượng mòn trên chi tiết phục hồi.

- Độ mòn lệch tâm và biến dạng của chi tiết được xác định trên máy tiện và trên các khối chữ V và các đồ gá khác.

- Các vết nứt trên bề mặt chi tiết cần được hàn vá trước khi hàn đắp. Những vết nứt nhỏ có thể loại trừ bằng máy mài tay, hoặc đục, dũa cục bộ. Nếu hàn đắp lên những chi tiết mà không loại trừ vết nứt triệt để thì trong quá trình sử dụng vết nứt đó sẽ phát triển vào kim loại cơ bản và kim loại đắp.

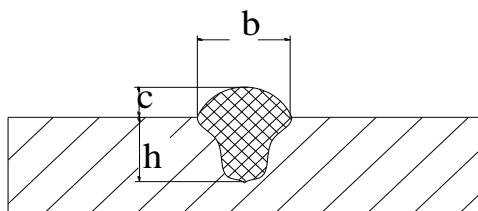
Để thực hiện tốt công việc chuẩn bị cho hàn đắp và quá trình hàn đắp, sau khi khảo sát và đo lường mòn của chi tiết cần xây dựng quy trình công nghệ phục hồi, nội dung gồm:

Nguyên nhân và đặc điểm mài mòn; điều kiện làm việc của chi tiết; khối lượng, dạng và phương pháp hàn đắp; loại và đường kính que hàn; chế độ và công nghệ hàn đắp; thời gian hoàn thành; lượng dư gia công cơ khí; gia công nhiệt trước và sau khi hàn.

➤ **Xét các yếu tố ảnh hưởng**

- ***Ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ hàn đối với hình dáng mối hàn***

Hình dáng mối hàn được đặc trưng bởi những kích thước sau (h.5-15):



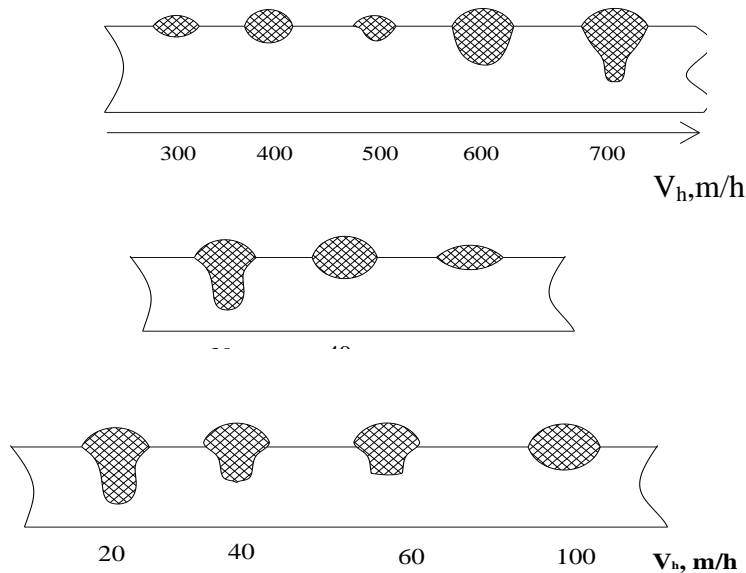
Hình 2-11. Các kích thước đặc trưng của mối hàn.

b- chiều rộng mối hàn, h- chiều sâu mối hàn, c- chiều cao mối hàn

Những yếu tố công nghệ có ảnh hưởng lớn nhất đến hình dáng mối hàn là cường độ dòng điện (I_h), điện áp hồ quang (U_h) và tốc độ hàn (V_h). Tiếp đến là : đường kính điện cực, góc nghiêng điện cực đối với bề mặt chi tiết hàn và góc nghiêng của chi tiết hàn đối với mặt phẳng ngang.

- ***Ảnh hưởng của cường độ dòng điện và đường kính điện cực.***

Với đường kính điện cực (dây hàn) không đổi, việc tăng cường độ dòng điện làm tăng lượng nhiệt tỏa ra ở hồ quang. Do đó làm nóng chảy kim loại cơ bản nhiều hơn. Năng lượng hồ quang lớn thổi kim loại lỏng về phía ngược lại với chiều hàn, kết quả hồ quang ăn sâu hơn vào kim loại cơ bản, đồng thời thuốc hàn chảy ít hơn. Mối hàn nguội nhanh, không phát triển rộng được và tạo bề mặt cao (hình 2-12).



Hình 2-12 Ảnh hưởng của chế độ hàn đến kích thước và hình dạng mối hàn

Để nhận được mối hàn có hình dáng thích hợp cần tăng điện áp hồ quang tỷ lệ với mật độ dòng điện.

Khi cường độ dòng điện không đổi, việc thay đổi đường kính điện cực tức thay đổi mật độ dòng điện sẽ ảnh hưởng đến hình dáng mối hàn. Giảm đường kính điện cực làm tăng mật độ dòng điện; mối hàn ăn sâu và hẹp.

- **Ảnh hưởng của điện áp hồ quang.**

Thay đổi điện áp hồ quang trước hết làm thay đổi chiều rộng và chiều cao mối hàn (h.18). Khi điện áp hồ quang lớn, hồ quang hầu như cháy trong thuốc hàn và ít ăn vào kim loại cơ bản. Trong điều kiện như vậy thuốc hàn cháy nhiều mối hàn nguội chậm. Kết quả mối hàn rộng và nóng.

- **Ảnh hưởng của tốc độ hàn.**

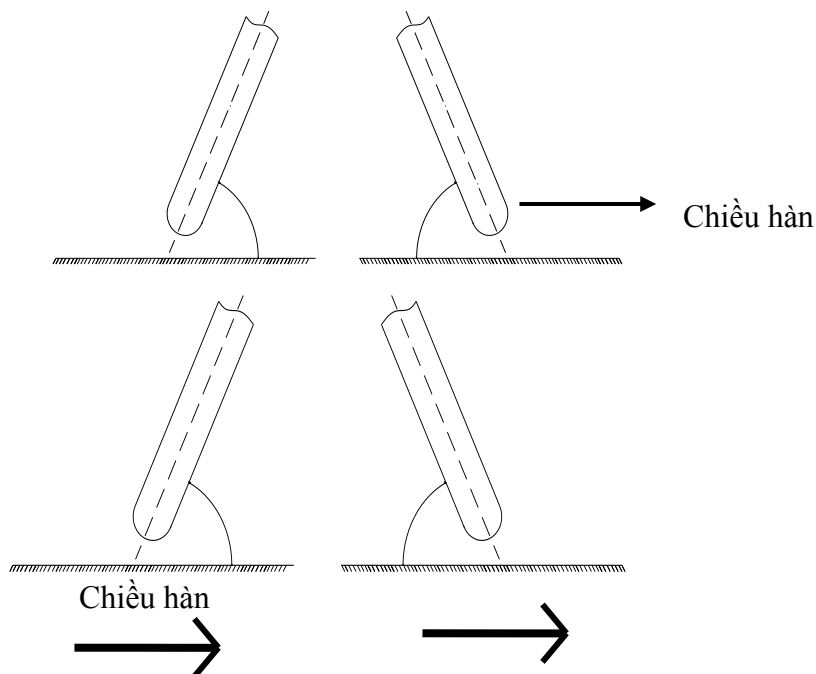
Thay đổi tốc độ hàn làm thay đổi tiết diện mối hàn (h.19). Giảm tốc độ hàn ảnh hưởng giống như tăng điện áp hồ quang. Với tốc độ hàn quá nhỏ (khoảng 10m/h) mối hàn rất rộng và ăn sâu tương đối ít; càng tăng tốc độ mối hàn càng có hình dáng ôvan chiều rộng và chiều sâu thay đổi. Để giảm bớt chiều cao mối hàn khi hàn với tốc độ lớn cần tăng điện áp hồ quang.

- **Ảnh hưởng của góc nghiêng điện cực và vật hàn.**

Có thể hàn với điện cực đặt vuông góc hoặc nghiêng một góc so với bề mặt chi tiết. Đặt vuông góc khi hàn với tốc độ hàn nhỏ và trung bình. Khi tốc độ lớn (tới 80m/h) điện cực đặt nghiêng về chiều ngược với chiều hàn (h.5-17a). Điện cực đặt nghiêng theo chiều hàn nói chung không làm thay đổi hình dáng mối hàn, song hàn với điện cực đặt nghiêng về phía ngược với chiều hàn thì mối hàn sẽ rộng và sâu hơn (h.5-17b), hồ quang ít thổi kim loại lỏng phía dưới nó. Nghiêng điện cực về phía ngược lại với chiều hàn khoảng 40-50° sẽ làm giảm chiều sâu mối hàn tới 50% và mối

hàn sẽ rộng ra khoảng 50%; chiều cao mỗi hàn cũng giảm đáng kể. Vì thế khi hàn với tốc độ lớn, để giảm chiều cao mỗi hàn cần nghiêng điện cực về phía ngược với chiều hàn.

Ảnh hưởng của góc nghiêng vật hàn cũng giống góc nghiêng điện cực: khi hàn lên (h.22a), ngoài lực điện động của hồ quang còn có trọng lực tác dụng lên vũng hàn, kim loại lỏng bị chảy và kết quả chiều sâu và chiều cao mỗi hàn tăng. Khi hàn xuống (h.5-17) kim loại lỏng vượt trước hồ quang làm giảm độ sâu của mỗi hàn.

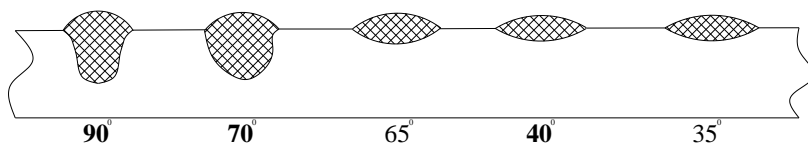


Hình 2-13. Điện cực đặt nghiêng:

a/ về phía ngược chiều hàn.

b/ về phía chiều hàn.

Trong hàn đắp tự động các chi tiết phẳng không nên để vật nghiêng so với mặt phẳng ngang. Góc nghiêng cho phép là 8° .

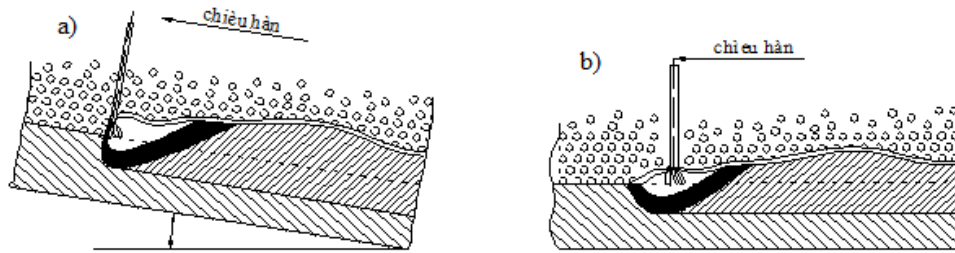


Hình 2-14 Hình dáng mỗi hàn khi hàn với điện cực đặt nghiêng ngược chiều với chiều hàn.

➤ Kỹ thuật hàn đắp

- **Kỹ thuật hàn đắp tự động mặt phẳng dưới lớp thuốc nóng chảy**

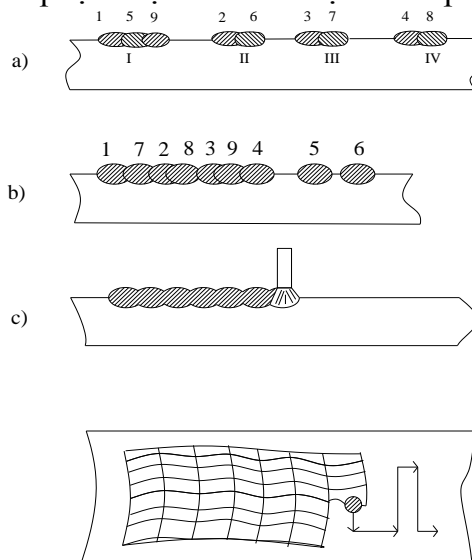
Người ta hàn đắp các chi tiết phẳng bằng các máy hàn tự động thông thường có lắp thêm các cơ cấu phụ. Cơ cấu phụ làm nhiệm vụ di động đầu hàn theo hướng ngang. Chi tiết hàn đắp được gá trên bàn hoặc trong bộ gá riêng.



Hình 2-15 a/ Hàn lên b/ Hàn xuống

Việc hàn đắp được thực hiện theo từng đường dọc hoặc ngang bề mặt chi tiết. Để giảm thời gian chờ đợi gỡ xỉ cần hàn được chỉ bằng các con số. Xỉ hàn của đường 1 và 2 gỡ trong khi hàn đường 4; của đường 3 gỡ khi hàn đường 5... Khi chiều rộng mặt hàn đắp không rộng lắm thì các đường 1, 2, 3, 4,...(h.23b) được thực hiện theo khoảng cách bằng hai lần bước tiến của mỗi hàn. Sau khi hàn xong lượt thứ nhất, gỡ xỉ rồi hàn tiếp lượt thứ hai theo các đường 8, 9...

Nếu đầu hàn được trang bị thêm cơ cấu di chuyển ngang thì có thể hàn đắp với mỗi hàn rộng. Chiều rộng của nó phụ thuộc vào chế độ hàn đắp và độ nhớt của thuốc hàn.



Hình 2-16 Thứ tự hàn đắp mặt phẳng:

a) hàn đắp theo từng phần; b) hàn đắp cách đường

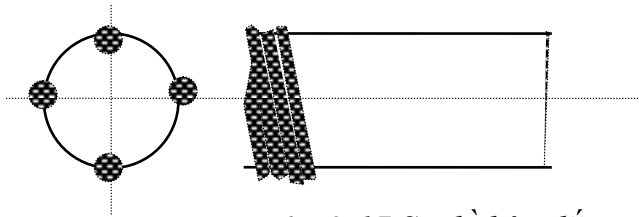
Chiều sâu ngấu của mỗi hàn điều chỉnh bằng chế độ hàn đắp. Chế độ hàn đắp phải chọn sao để đảm bảo cho lớp đắp không có vết nứt, rỗ khi hoặc các khuyết tật khác vật hàn ít bị biến dạng, vùng ảnh hưởng nhiệt bé. Để đạt mục đích đó cần dùng dây hàn đường kính nhỏ, mật độ dòng điện nhỏ. Khi độ mòn của chi tiết tới 2-3mm thì hàn đắp bằng dây đường kính 2mm, nguồn điện một chiều, với dòng điện hàn 200A, tốc độ hàn 20-25m/h, điện áp hồ quang 30-32V. Trường hợp độ mòn tới 3-4 mm vẫn dùng dây 2mm nhưng chế độ hàn khác : dòng điện hàn 340-350A, tốc độ hàn 25 m/h, điện áp hồ quang 32-34V. Có thể dùng nguồn điện một chiều hoặc xoay chiều. Với độ

mòn lớn hơn 5mm người ta hàn đắp bằng dây đường kính 5mm; dòng điện hàn 650-700A, tốc độ hàn 24-30 m/h, điện áp hồ quang 34-36V. Chiều dài của dây hàn so với tẩu hàn thông thường là 20-30mm đối với dây hàn đường kính 2-3 mm và 40-50 mm đối với dây hàn đường kính 4-5 mm.

Muốn nhận lớp đắp rộng và thấp cần đặt nghiêng điện cực so với mặt phẳng ngang một góc 40° - 50° . Trong trường hợp này chiều sâu mỗi hàn giảm khoảng 2 lần và chiều rộng của nó lớn gấp đôi so với hàn bằng điện cực đặt vuông góc.

Để đắp các mép của vật hàn được phẳng và dày dặn cần chắn trước bằng những tấm đồng hoặc thuốc hàn hạt mịn trộn lẫn với thủy tinh nước và hàn với mật độ thấp và điện áp thấp so với bình thường.

- **Kỹ thuật hàn đắp tự động mặt tròn dưới lớp thuốc nóng chảy**



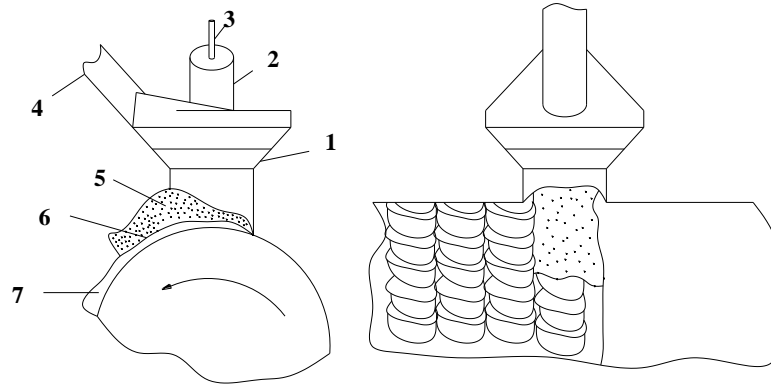
Hình 2-17 Sơ đồ hàn đắp trục hình trụ

Trong hàn đắp tự động các chi tiết hình trụ điều khó khăn nhất là giữ thuốc hàn ở vùng hồ quang và thuốc lỏng, đặc biệt là đối với những chi tiết đường kính nhỏ hơn 60 mm và việc gỡ xỉ khỏi đường hàn

Việc giữ thuốc hàn trên mặt chi tiết có ý nghĩa hết sức quan trọng khi muốn nhận lớp hàn đắp với chất lượng cao. Nếu cung cấp thuốc hàn quá nhiều và nhanh sẽ làm tắt hồ quang và quá trình hàn đắp sẽ bị gián đoạn. Bởi vậy sử dụng tốt các cơ cấu giữ thuốc sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hàn đắp thực hiện dễ dàng.

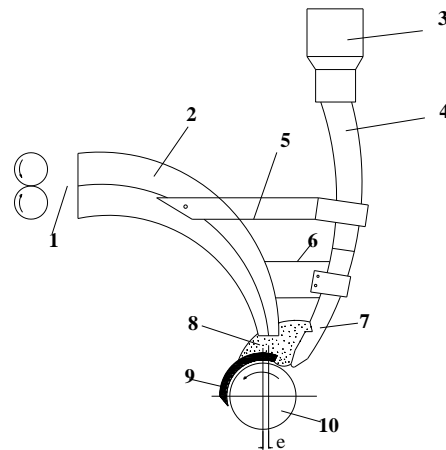
Trên hình 2-18 và 2-19 giới thiệu hai loại cơ cấu giữ thuốc trong quá trình hàn đắp những chi tiết hình trụ. Khi hàn đắp những chi tiết dài và không có gờ phức tạp người ta dùng loại thứ nhất (Hình.24). Đối với những chi tiết phức tạp như trục khuỷu dùng cơ cấu giữ thuốc(Hình 2-18) tiện lợi hơn nhiều. Ống dẫn thuốc 7 thông thường làm bằng đồng và có kích thước (Hình 2-19)

Để giữ thuốc và xỉ lỏng tốt thông thường đầu tẩu hàn được đặt lệch tâm so với tâm trục chi tiết hàn đắp một khoảng cách e (h.5-23). Khoảng cách e phụ thuộc vào đường kính chi tiết hàn và thường bằng 8-14mm. Nói chung khoảng cách e được xác định bằng phương pháp thực nghiệm khi hàn đắp các chi tiết máy. Khi thuốc hàn được giữ tốt và khoảng cách e xác định sẽ giữ được xỉ lỏng ở vũng hàn



Hình 2-18 Cơ cấu giữ thuốc hàn dùng cho việc hàn đắp hình trụ dài:

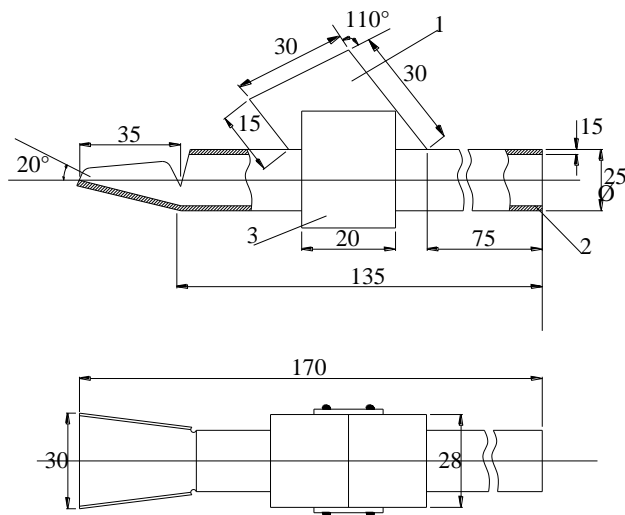
1. phễu; 2. tẩu hàn; 3. dây hàn; 4. ống dẫn thuốc
5. lớp thuốc hàn; 6. xi; 7. mối hàn đắp.



Hình 2-19. Cơ cấu giữ thuốc hàn dùng cho việc hàn đắp trực khuỷu:

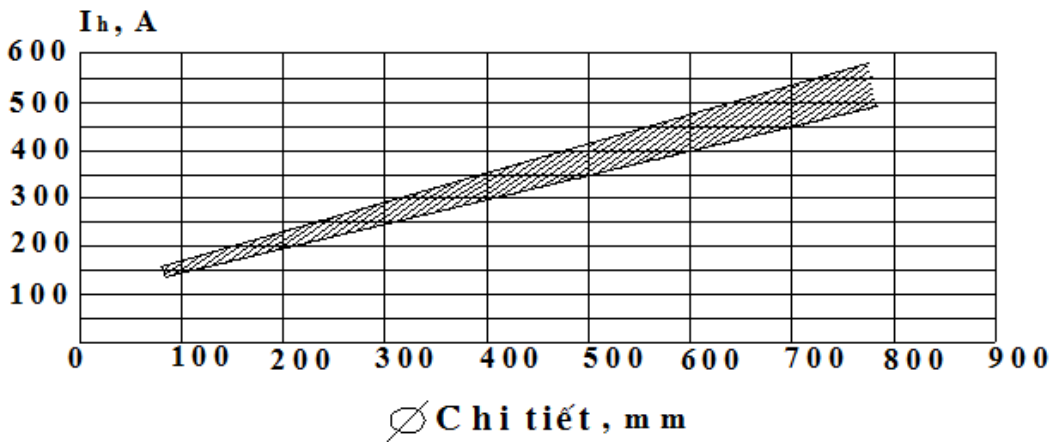
1. dây hàn; 2.tẩu hàn; 3. thùng chứa thuốc; 4. ống mềm
5. thanh gá; 6.thanh chống; 7. ống dẫn thuốc (đồng)
8. thuốc hàn; 9. xi; 10. cổ trực khuỷu.

Cường độ dòng điện hàn và đường kính dây hàn được chọn tùy theo đường kính khi chi tiết hàn đắp và chiều dày chi tiết tại vị trí hàn. Đối với những chi tiết hình trụ có thể xác định gần đúng cường độ dòng điện theo đồ thị (h 5-25). Phần gạch chéo là giới hạn của cường độ dòng điện hàn đắp cho các chi tiết có đường kính khác nhau trong đó mối hàn được hình thành tốt nhất.



Hình 2-20 . Ống dẫn thuốc hàn trực khuỷu:

1- thanh chống bằng gỗ phíp; 2. ống dẫn thuốc bằng đồng; 3. miếng gá.

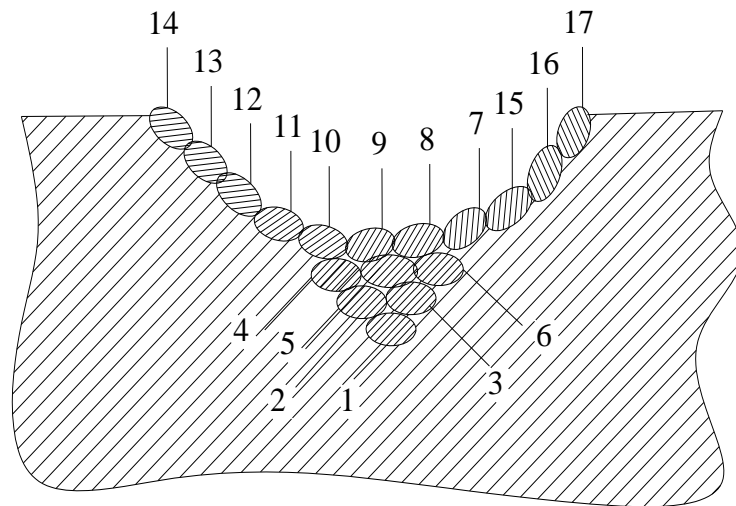


Hình 2-21 Đồ thị xác định cường độ dòng điện hàn theo đường kính chi tiết hàn đắp.

Sau khi xác định trị số dòng điện hàn có thể chọn đường kính dây hàn, dựa theo số liệu sau:

Dòng điện hàn, A	90-200	120-300	16-400	22-500	32-750
Đường kính dây hàn, mm	1,2	1,6	2, 6	3, 0	4, 0

Bước tiến hàn đắp phụ thuộc vào đường kính dây hàn và cường độ dòng điện hàn, thường từ 3,5 đến 9 mm/vg. Số lớp đắp phụ thuộc vào độ mòn của chi tiết và lượng



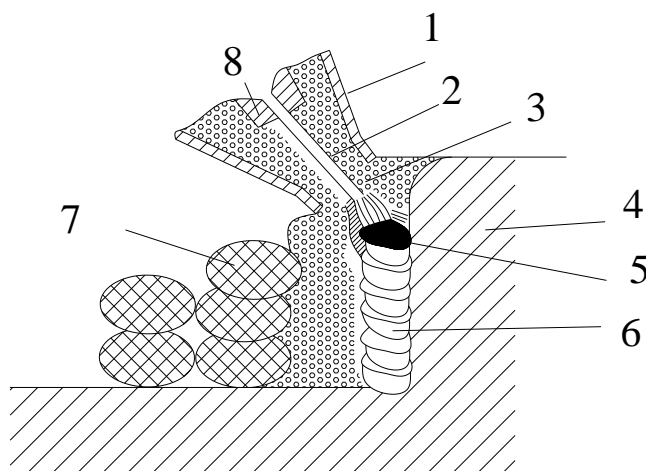
Hình 2-22. Thứ tự thực hiện các đường hàn khi hàn đắp hình côn hoặc lòng máng.

Sau khi xác định trị số dòng điện hàn có thể chọn đường kính dây hàn, dựa theo số liệu sau

Bước tiến hàn đắp phụ thuộc vào đường kính dây hàn và cường độ dòng điện hàn, thường từ 3,5 đến 9 mm/vg. Số lớp đắp phụ thuộc vào độ mòn của chi tiết và lượng dư gia công cơ khí. Lượng dư gia công cơ khí phụ thuộc chất lượng lớp hàn đắp, thường bằng 1,5-2 mm về một phía.

Việc hàn đắp những chi tiết mòn theo dạng hình côn hoặc lòng máng nói chung không khó khăn lắm nếu góc côn tạo với trục của chi tiết không quá 20° . Các đường hàn thực hiện từ dưới lên (h. 5-26) : đầu hàn được nâng dần theo từng chu kỳ sau 1-2 lớp.

Hàn đắp những gờ đứng hoặc máng đứng phức tạp hơn. Tới nay người ta ứng dụng hai phương pháp. Phương pháp thứ nhất là hàn ở vị trí nằm ngang đối với trục quay. Để thực hiện điều đó người ta gá vật trên máy tiện hoặc máy quay thích hợp. Việc giữ thuốc hàn, kim loại lỏng và xỉ lỏng thực hiện bằng cơ cấu giữ thuốc. Thông thường người ta quấn chặn bằng amiang. (h.29). Hàn đắp bằng dòng điện nhỏ, điện áp thấp và tốc độ cao để tạo đường hàn thấp.



Hình. 2-23 Hàn đắp thành đứng ở vị trí ngang đối với trục quay:

1. cơ cấu giữ thuốc;
2. dây hàn;
3. thuốc hàn
4. thanh đứng;
5. bể hàn;
6. kim loại lớp đắp
7. dây amiăng;
8. tủa hàn

Phương pháp này tương đối đơn giản, chỉ dùng hàn đắp những chi tiết có gờ thấp với chiều dày lớp đắp bé, như bánh ty xe xích và những chi tiết tương tự.

Với những chi tiết có thành đứng cao người ta dùng phương pháp thứ hai. Trong trường hợp này trục chi tiết nằm ở vị trí đứng hoặc gần đứng, còn mặt hàn đắp nằm ở vị trí nằm hoặc nghiêng một góc nhỏ so với mặt phẳng ngang. Chi tiết hàn đắp gá trên máy hàn đắp đặc biệt (h.14) hoặc trên bộ gá quay đứng. Việc hàn đắp thực hiện theo đường xoắn, hướng từ ngoài mép vào trong gờ. Bước hàn đắp phụ thuộc chiều dày lớp đắp và đường kính dây hàn, nằm trong khoảng 4-8 mm.

Hàn đắp thành đứng bằng phương pháp trên đảm bảo chất lượng tốt, lượng dư gia công ít và năng suất cao.

2.4 Công nghệ xử lý nhiệt trước, trong và sau khi hàn

2.4.1 Nhiệt độ nung nóng

a) Nhiệt độ nung nóng trước khi hàn

Mục đích của nguyên công nung nóng trước.

Nung nóng trước thường được áp dụng khi hàn các loại thép hợp kim, đặc biệt là trong công việc hàn phục hồi, nhằm các mục đích chính như sau:

Giảm và khống chế được tốc độ nguội

Giảm sự biến cứng của kim loại mối hàn cũng như vùng ảnh hưởng nhiệt

Loại trừ hiện tượng nứt do khí hydro xâm nhập

Duy trì nhiệt độ hàn yêu cầu cho các loại vật liệu có độ dẫn nhiệt cao

Nung nóng trước cho các chi tiết dạng trục

Khi hàn các chi tiết bằng thép hợp kim dạng trục thì vấn đề rất được quan tâm và đóng một vai trò quan trọng quyết định chất lượng của mối hàn đó là tốc độ nguội. Ta có phương trình tính toán tốc độ nguội như sau:

$$V_n = \frac{2\pi k(T_C - T_0)^2}{Q_n}$$

Trong đó :

V_n : tốc độ nguội tại đường tâm của mối hàn $^{\circ}\text{C}/\text{s}$

K : Độ dẫn nhiệt của kim loại, $\text{J}/\text{mm.s.}^{\circ}\text{C}$

T_0 : nhiệt độ ban đầu của vật hàn, $^{\circ}\text{C}$

T_C : Nhiệt độ tại đó tiến hành tính toán tốc độ nguội, $^{\circ}\text{C}$

Q_n : Công suất nguồn nhiệt

Xuất phát từ công thức tính tốc độ nguội ta nhận thấy rằng, nếu tăng nhiệt độ ban đầu T_0 của vật hàn thì sẽ giảm được tốc độ nguội. Đối với mỗi loại thép hợp kim, với mỗi thành phần hoá học khác nhau, sẽ có tốc độ nguội khác nhau, sẽ có một tốc độ nguội tới hạn. Nếu tốc độ nguội thực tế vượt quá tốc độ tới hạn thì cấu trúc mactenxit biến cứng có thể xuất hiện và phát triển tại vùng ảnh hưởng nhiệt, đồng thời sẽ tăng khả năng xuất hiện vết nứt dưới tác động của ứng suất dư và sự xâm nhập của khí hydro. Vậy vấn đề đặt ra làm sao không chế được tốc độ nguội ở mức an toàn cho mối hàn. Biện pháp hiệu quả nhất đạt được mục đích này là tăng nhiệt độ ban đầu T_0 của mối hàn tới một giá trị nào đó mà với nhiệt độ ấy tốc độ nguội thấp hơn tốc độ nguội tới hạn. Thường thường sau tính toán, nhiệt độ T_0 có giá trị lớn hơn nhiệt độ môi trường, do vậy cần phải nung nóng chi tiết hàn trước khi thực hiện công việc về hàn. Nguyên công gia nhiệt trước thường được áp dụng cho các loại thép hợp kim, nhằm làm giảm tốc độ nguội., ngăn chặn sự xuất hiện của tổ chức mactenxit và sự biến cứng của mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt.

Việc làm giảm tốc độ nguội còn có một tác dụng khác , khi tốc độ nguội giảm chậm ở dải nhiệt độ dưới 200°C sẽ có nhiều thời gian hơn để lượng khí hydro thâm nhập mối hàn có điều kiện thoát ra ngoài, vì vậy sẽ ngăn chặn được hiện tượng nứt nguội.

Quá trình nung nóng trước đó sẽ góp phần làm sạch bề mặt chi tiết khỏi bị ẩm , hơi ẩm ướt, hơi nước. Tuy vậy đây không phải mục tiêu chính của nguyên công gia nhiệt trước.

Đối với các chi tiết dạng trục đường kính lớn, vì khả năng hấp thụ nhiệt lượng của chúng rất lớn, do vậy cấu trúc vùng ảnh hưởng nhiệt và kim loại hàn sau khi nguội có thể là cấu trúc mactenxit nếu không được nung nóng trước ở nhiệt độ cần thiết. Vậy vấn đề cần đặt ra là căn cứ vào khả năng truyền nhiệt của vật liệu cũng như

hình dạng của chi tiết, phải xác định được tổng nhiệt lượng phải cung cấp cho vật hàn để không chế được tốc độ nguội theo yêu cầu, tổng nhiệt lượng yêu cầu cung cấp cho kết cấu hàn thường phụ thuộc vào các yếu tố như kích thước và hình dạng hình học của kết cấu hàn, thành phần hóa học của chúng, nhiệt lượng cung cấp của nguồn hàn và nguồn gia nhiệt trước. Tuy vậy không có một phương pháp nào dùng để đo trực tiếp tổng nhiệt lượng cung cấp do nung nóng trước. Thường thường nhiệt độ nung nóng trước được tính toán thông qua các phương pháp sau: Sử dụng phương trình tốc độ nguội và tính toán dựa vào thành phần hóa học của các loại vật liệu.

Tính toán nhiệt độ nung nóng trước cho trục piston MH45

Sử dụng phương trình tốc độ nguội và tốc độ nguội tới hạn, phương trình tốc độ nguội thường được dùng để xác định tốc độ nguội tới hạn và dùng để tính toán nhiệt độ nung nóng sơ bộ. Khi tiến hành các công việc hàn thép hợp kim có lượng cacbon tương đương C_{td} cao thì vấn đề đầu tiên là phải xác định được tốc độ nguội tới hạn. Cách đơn giản nhất là tính toán cho các đường hàn thí nghiệm có tốc độ hàn khác nhau trong khi các thông số khác được giữ không thay đổi. Sau khi tính toán được tốc độ nguội tới hạn, căn cứ vào phương trình tốc độ nguội sẽ tiến tới tính toán được nhiệt độ nung nóng sơ bộ.

Trong trường hợp hàn phục hồi trục piston búa máy MH45, vật liệu cơ bản của thân búa là thép SMn433(JIS G4106-79). Muốn xác định được nhiệt độ nung nóng ban đầu, công việc đầu tiên là phải tiến hành đo là xác định tốc độ nguội tới hạn của loại thép này. xác định tốc độ nguội tới hạn cho loại thép SMn433 bằng thực nghiệm.

Như đó trình bày ở phần trên, ta tiến hành hàn các đường hàn độc lập một tấm mẫu phẳng bằng thép SMn433 với các chế độ tiêu chuẩn như sau:

$$U=32V \quad ; I=250A \quad ; t = 5mm \quad ; f_1 = 0,9$$

$$T_0 = 28^{\circ}C \quad ; T_C = 550^{\circ}C$$

Tốc độ hàn v (tốc độ chuyển động của hồ quang) được thay đổi ở các giá trị như sau: $v=5,6,7,8,9,10mm/s$.

Tiến hành hàn và kiểm tra độ cứng tại mặt cắt ngang của mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt, ta nhận thấy rằng cấu trúc mối hàn có độ ứng cao nhất tại vùng ảnh hưởng nhiệt là khi hàn với tốc độ hàn 9 và 10mm/s còn các tốc độ nguội bảo đảm được độ an toàn cho liên kết hàn.

Như ở phần trước đó nêu, giá trị năng lượng cung cấp sẽ là.

$$Q_n = f_1 \frac{U.I}{v} = 0,9 \cdot \frac{32 \cdot 250}{8} = 900J / mm$$

Như vậy tốc độ nguội sẽ được tính toán như sau:

Vì tấm mẫu của ta là tấm mẫu mỏng có hệ số liên quan đến chiều dày của vật

liệu (t_p): $t_p = t \sqrt{\frac{\rho c (T_c - T_0)}{Q_n}} = 0,31 < 0,6$ do vậy phải áp dụng công thức tính toán tốc độ

ngôi cho tấm mỏng, $V_n = 2\pi k \rho c \left(\frac{t}{Q_n}\right)^2 (T_c - T_0)^3$

Trong đó:

k: độ dẫn nhiệt của thép, $k = 0,028 \text{ J/mm.s}^0\text{C}$

$\rho c = 0,0044 \text{ J/mm}^3 \cdot ^0\text{C}$

t: Chiều dày tấm(mm)

Thay số vào ta có: $V_n = 2.3.14.0.028.0.0044 \left(\frac{5}{900}\right)^2 (550 - 28)^3 = 3,390/\text{s}$

Trong trường hợp này, ta tính toán nhiệt lượng cung cấp hồ quang theo công thức sau :

$Q = Q_h \cdot f_1 = 0,24 \cdot k \cdot f_1 \cdot I \cdot U$,

Q_h : Công suất nhiệt của hồ quang

I : Cường độ dòng điện hàn (A)

U : Điện áp hàn (V)

0,24: hệ số biến đổi năng lượng từ dạng điện năng sang nhiệt năng (cal/w/s)

k : Hệ số tính đến ảnh hưởng của điện áp và cường độ dòng điện lên công suất nhiệt của hồ quang

Đối với dòng một chiều $k = 1$

Đối với dòng xoay chiều $k = 0,7 - 0,97$

f_1 Hiệu suất truyền nhiệt

f_1 được xác định tùy thuộc vào phương pháp hàn và được chọn căn cứ vào

bảng 3.1

Bảng 3.1

Phương pháp hàn	Hàn điện cực không nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ	Hàn điện cực nóng chảy với lớp thuốc bọc ổn định	Hàn điện cực nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ	Hàn tự động dưới lớp thuốc
f_1	0,45 -0,6	0,65 -0,75	0,75 -0,85	0,8- 0,9

$\lambda(T)$: Độ dẫn nhiệt của kim loại, $\text{J/mm.s}^0\text{C}$

ρ : Tỷ trọng của kim loại, g/mm^3

C : Nhiệt lượng riêng của kim loại, $\text{J/g}^0\text{C}$

Với giá trị trên của tốc độ nguội tới hạn, ta nhận thấy rằng đó chính là giá trị giới hạn tốc độ nguội cao nhất mà vẫn đảm bảo toàn khi hàn cho loại thép này. Do vậy nhiệt độ nung nóng sơ bộ trong thực tế phải đảm bảo sao cho giảm tốc nguội tới hạn $V_n = 3,39^0/s$ hoặc thấp hơn.

Tính toán nhiệt độ nung nóng sơ bộ khi hàn phục hồi thân búa MH45

Khi tiến hành các công việc hàn phục hồi trục piston máy búa MH45, các thông số của chế độ hàn thực tế có giá trị như sau:

$$U=32V; \quad I=500A; \quad V_h=5mm/s$$

$$h=r=268mm; \quad f_1=0,9; \quad V_n=3,39^0C/s$$

$$Q_n = f_1 \frac{U.I}{v} = 0,9 \cdot \frac{32 \cdot 500}{5} = 2880 J/mm$$

Vì đây là chi tiết dạng trục kích thước lớn (đường kính $D=...$,mm) có hệ số liên quan chiều dày $t_p > 0.6$ do vậy ta phải áp dụng công thức tính toán cho các chi tiết dày(5.1) ta có:

$$T_0 = T_c - \sqrt{\frac{V_n Q_n}{2k\pi}} = 550 - \sqrt{\frac{3,39 \cdot 2880}{2 \cdot 0,028 \cdot 3,14}} = 315^0 C$$

Như vậy để không chế tốc độ nguội khi hàn thấp hơn tốc độ nguội tới hạn $R=3,39^0C/s$, nhằm ngăn chặn việc hình thành sự biến cứng tại vùng ảnh hưởng nhiệt, thì nhiệt độ nung nóng trước phải đạt tối thiểu là $T_0=315^0C$

b. Tính toán căn cứ vào thành phần hoá học của vật liệu

Thường thì hàm lượng cacbon càng cao thì tốc độ nguội tới hạn càng thấp, càng cần thiết phải nung nóng trước và dùng các phương pháp hàn và vật liệu hàn có lượng khí hydro thấp.

Tuy vậy, không chỉ có nguyên tố cacbon là nguyên tố duy nhất ảnh hưởng tới tốc độ nguội tới hạn. Những nguyên tố khác cũng có khả năng gây biến cứng và làm giảm độ dẻo của thép khi mối hàn được là nguội với tốc độ nhanh. Do vậy khả năng tạo biến cứng sẽ là một yếu tố quan trọng để xác định bởi một thông số đó là “cacbon tương đương”, toàn bộ ảnh hưởng của cacbon và các nguyên tố hợp kim tới khả năng biến cứng của kim loại sẽ là cơ sở để xác định nhiệt độ nung nóng trước và nhiệt độ giữa các lớp hàn.

Các bon tương đương (C_{td}) là một số giá trị quy đổi kinh nghiệm, được xác định bởi các công thức quy đổi tương đương, nó thể hiện toàn bộ ảnh hưởng của các nguyên tố kim loại cơ bản tới khả năng biến cứng của nó. Theo công thức của viện hàn quốc tế(IIW) thì C_t được tính như sau:

$$C_t = \%C + \frac{\%Mn + \%Si}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + Cu}{15}$$

để tính đến ảnh hưởng của chiều dày vật hàn, khi tính toán ta dùng giá trị cacbon tổng hợp như sau:

$$C_{\Sigma} = (1 + 0,005.t)C_t$$

Công thức trên chỉ đúng khi thành phần các nguyên tố hợp kim nhỏ hơn các giá trị sau: **0,5%C 3,5%Ni 1,00%Cr 1,6%Mn 0,6%Mo 1,00%Cu**

Theo seferian thì nhiệt độ nung nóng trước thép cacbon và thép hợp kim được tính như sau:

$$T_0 = 350\sqrt{C_{\Sigma}} - 0,25(^{\circ}C)$$

Giá trị nhiệt độ trên chỉ là giá trị xấp xỉ gần đúng và được thể hiện ở dải rộng. Nó đặc biệt hữu ích đối với các loại vật liệu hàn không thông dụng nhưng có thành phần các nguyên tố nằm trong dải không chế của công thức tính toán.

Dù sao khi dùng công thức trên để xác định nhiệt độ nung nóng trước thì giá trị nhiệt độ đạt được phải được xác nhận bởi các biện pháp hàn kiểm tra bằng mô phỏng hoặc tại các kết cấu thực tế trước khi đưa vào sử dụng.

Theo lý thuyết thì ta hoàn toàn có thể giảm nhiệt độ nung nóng trước dưới giá trị tính toán bằng cách sử dụng các phương pháp hàn bán tự động và tự động với cường độ dòng điện hàn ở dải cao hơn so với tính toán trước.

Tính toán nhiệt độ nung nóng trước cho piston MH45 sử dụng C_{td} vật liệu chế tạo piston MH45 là thép SMn443 có thành phần như sau:

$$\begin{array}{llll} 0,32\%C & 0,3\%Si & 1,32\%Mn & 0,2\%S \\ 0,02\%P & 0,25\%Ni & 0,3\%Cu & \end{array}$$

Ta nhận thấy thành phần các nguyên tố của vật liệu thép SMn433 đều nằm trong giới hạn để có thể áp dụng được công thức 5.3 và 5.4. Do vậy sau khi thay số vào ta có:

$$C_{td} = 0,32 + 1,62/6 + 0,55/15 + 0,02/2$$

$$C_{td} = 0,636\%$$

$$C_{\Sigma} = (1 + 0,005S).C_{td} = (1 + 0,005.268).0,636$$

$$C_{\Sigma} = 1,488\%$$

$$\text{Nhiệt độ nung nóng sơ bộ, } T_0 = 350.\sqrt{1,488 - 0,25}$$

$$T_0 = 389^{\circ}C$$

Ta nhận thấy, rằng, khi so sánh hai giá trị nhiệt độ nung nóng trước của hai phương pháp tính toán thì khụng có sự chênh lệch lớn. Nhiệt độ độ tính toán bằng phương trình tốc độ nghiên cứu nhiều hơn. Trong khi đó, tính toán dựa vào giá trị C_{td}

sẽ nhanh và đơn giản hơn, rất hữu ích cho việc tính toán phục vụ các công việc thực tế. Tuy nhiên để đảm bảo độ an toàn cao cho liên kết hàn, ta chọn nhiệt độ nung nóng trước là nhiệt độ có giá trị cao hơn như sau. $T_0 = 366^0 C$

Những điều cần chú ý đối với nguyên công nung trước

Nguyên tắc cơ bản nhất khi hàn các loại vật liệu bằng thép hợp kim là phải yêu cầu nung nóng trước, có nghĩa là “giữ cho nóng”, tức là phải duy trì vùng kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt ở một dải nhiệt độ và tốc độ nguội nhất định. Sẽ rất khó khăn và phức tạp khi thực hiện việc nung nóng lại nhằm giữ nhiệt độ yêu cầu cho các kết cấu có kích thước và trọng lượng lớn.

Có thể giảm nhiệt độ nung nóng trước khi áp dụng phương pháp hàn tự động 2 và 3 hồ quang với khoảng cách giữa hồ quang từ 10-15mm. Nhiệt lượng cung cấp lúc đó sẽ tăng gấp 2 hoặc 3 lần so với dùng 1 hồ quang. Phương pháp này rất hiệu dụng và đặc biệt hiệu quả khi sử dụng phương pháp hàn tự động dưới lớp thuốc hàn bảo vệ.

Nung nóng trước có ảnh hưởng rất lớn đối với việc ngăn chặn sự xuất hiện vết nứt của liên kết hàn có ứng suất dư lớn. Trong quá trình hàn, việc áp dụng quá trình nung nóng trước sẽ giữ nhiệt độ vật hàn ở nhiệt độ cao hơn, điều đó đồng nghĩa với việc tăng khả năng biến dạng dẻo, giảm ứng suất dư.

Tốc độ truyền nhiệt khi hàn đắp lớn hơn nhiều so với khi hàn nối. Khi hàn đắp dòng nhiệt được truyền đi theo 3 chiều, do vậy yêu cầu nhiệt lượng cung cấp càng như nhiệt độ nung nóng trước lớn hơn.

Đối với các chi tiết dày hoặc có kích thước lớn, việc nung nóng trước đạt được nhiệt độ yêu cầu là rất tốn kém, do vậy nên chọn phương pháp gia nhiệt phù hợp hoặc tính toán cho việc nung nóng cục bộ.

Nghiên cứu để sử dụng loại vật liệu có thành phần hợp kim thấp để có thể giảm được nhiệt độ nung nóng trước

Khi hàn các loại thép đó qua nhiệt luyện, cần chú ý sao cho nhiệt độ nung nóng phải thấp hơn nhiệt độ ram của vật liệu đó, nếu không nó sẽ phá huỷ các đặc tính có được sau nhiệt luyện của kim loại cơ bản.

b) Nhiệt độ giữa các đường hàn

Thông thường, khi hàn một loại thép có yêu cầu một giá trị nhiệt độ nung nóng nào đó thì càng phải giữ nhiệt độ đó giữa các lớp hàn. Với nhiều vật hàn, năng lượng nhiệt cung cấp trong quá trình hàn đủ để duy trì nhiệt độ yêu cầu giữa các đường hàn. Việc tăng cường các mỏ đốt bổ xung càng được áp dụng trong trường hợp hàn các chi tiết bằng thép có thành phần hợp kim cao, tính hàn xấu nên yêu cầu một tốc độ nguội rất chậm và một chế độ nhiệt rất khắt khe

Khi hàn các loại thép hợp kim, sau khi nung nóng trước thì quá trình hàn bắt đầu. Việc bố trí quy trình hàn hợp lý là vấn đề phải quan tâm để giảm tối thiểu thời gian hàn, kết thúc quá trình hàn càng sớm càng tốt nhằm tránh phải thực hiện việc gia nhiệt bổ xung giữa các lớp hàn.

Từ mục đích chính của việc nung nóng trước là giảm tốc độ nguội, giảm khả năng biến cứng của mỗi hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt. Còn vì mục đích đó nên các đường hàn cũng phải có tốc độ nguội tương tự nhau và thấp hơn tốc độ nguội tới hạn. Để đạt được điều kiện này thì phải duy trì nhiệt độ giữa các đường hàn sao cho có giá trị ít nhất phải bằng nhiệt độ nung nóng trước. Nếu điều kiện này không được thoả mãn thì sẽ xảy ra hiện tượng biến cứng ở mỗi mối hàn riêng rẽ tại nơi không thoả mãn thì sẽ xảy ra hiện tượng biến cứng ở mỗi mối hàn riêng rẽ tại nơi không thoả mãn nhiệt độ yêu cầu. Với những phân tích như đó nêu ở phần trên, thông thường người ta quy định nhiệt độ giữa các đường hàn ngang bằng với nhiệt độ nung nóng trước.

Nhiệt độ giữa các đường hàn khi hàn piston MH45

Khi tiến hành hàn nối và hàn đắp phục hồi piston MH45, ta đó tính toán được nhiệt độ nung nóng trước cho chi tiết là $T_0=366^{0C}$, nhằm thoả mãn các mục đích và yêu cầu của việc khống chế nhiệt độ cho kết cấu hàn, ta chọn nhiệt độ giữa các đường hàn bằng nhiệt độ nung nóng trước.

$$T_d = T_0 = 366^{0C} \quad (3.6)$$

Tuy vậy để duy trì nhiệt độ này khi hàn là một vấn đề cần tính toán và quan tâm. Tuy rằng ta đó áp dụng phương pháp hàn tự động dưới lớp thuốc trợ dung, đó chính là phương pháp có hiệu suất cung cấp nhiệt tốt nhất đồng thời cường độ dòng điện hàn cũng rất cao, điều đó có nghĩa là nhiệt lượng cung cấp cho vật hàn cũng rất cao. Đường kính piston lớn $\Phi 540$ do vậy khi hàn đắp theo đường xoắn thì thời gian giữa hai đường hàn mất một khoảng thời gian là 5,6 phút cho một vũng. Trong khi đó, theo tính toán trường nhiệt khi hàn piston MH45 thì sau 1 vũng nhiệt độ của mỗi hàn sẽ là: $T_C = 398,5^{0C}$. Như vậy, với chế độ hàn như đó chọn, hoàn toàn có thể duy trì được nhiệt độ giữa các lớp hàn đắp $T_d = 366^{0C}$ khi hàn đắp theo đường xoắn ốc phục hồi Piston MH45.

2.4.2 Xử lý nhiệt sau khi hàn

Trong kết cấu hàn, sau khi hoàn tất quá trình hàn sẽ tồn tại nội ứng suất, được gọi là ứng suất dư. Trong một vài trường hợp, giá trị của ứng suất dư có thể lớn xấp xỉ giá trị giới hạn chảy của vật liệu. Khi kết cấu hàn chịu ngoại lực thì nội ứng suất sẽ tăng thêm từ phía ứng suất dư cùng dấu và cũng có thể vượt quá giá trị ứng suất thiết kế dẫn đến phá huỷ kết cấu hàn.

Khử ứng suất dư của kết cấu hàn là việc làm cần thiết nhằm tăng tuổi thọ và độ tin cậy của kết cấu hàn.

Khử ứng suất dư bằng xử lý nhiệt là phương pháp mà trong đó kết cấu hàn được nung lên tới một nhiệt độ đủ lớn và được duy trì trong một thời gian vừa đủ cho đến khi ứng suất dư hầu như được khử hoàn toàn

Quá trình khử ứng suất dư và nguyên công ủ hoặc thường hoá là hoàn toàn khác nhau. Nhiệt độ ủ và thường hoá cao hơn dải nhiệt độ tới hạn, vào khoảng 750-900⁰C, trong khi đó nhiệt độ khử ứng suất dư thấp hơn dải nhiệt độ tới hạn. Khi ủ và thường hoá cùng khử ứng suất dư, song với nhiệt độ đủ hồi rất cao của quá trình này sẽ dẫn đến sự chuyển biến pha của cấu trúc hạt tinh thể, dẫn đến sự thay đổi về cơ tính đồng thời kích thước hình học của kết cấu cũng có thể bị thay đổi.

* Xử lý nhiệt sau khi hàn vật liệu chống mài mòn:

Xử lý nhiệt sau khi hàn vật liệu chống mài mòn được thực hiện với mục đích ngăn chặn hiện tượng nứt sau hàn, loại bỏ ứng suất dư, đảm bảo độ cứng tối ưu và nâng cao khả năng gia công cơ bằng cắt gọt. Trong thực tiễn người ta thường sử dụng các phương pháp xử lý nhiệt sau đây: ủ, ram, tôi và ram sau tôi.

* Xử lý nhiệt sau khi hàn bằng vật liệu chống ăn mòn.

Vật liệu chống ăn mòn thường được sử dụng là thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp. Dưới đây xem xét hai trường hợp xử lý nhiệt thép chống ăn mòn dạng pherit và thép chống ăn mòn dạng Ostennit.

1. Thép chống ăn mòn dạng pherit.

Nung và giữ nhiệt từ 700⁰C – 900⁰C đảm bảo nâng cao tính dẻo dai của thép sau hàn. Sau đó làm nguội đến 600⁰C và sau đó đưa chi tiết ra ngoài không khí. Sau khi ủ cần tiến hành khử ứng suất dư theo chế độ đối với thép hợp kim thấp. Vật được hàn đắp sẽ có tính dẻo cao và độ bền va đập tốt. Tuy nhiên nếu khi ủ đưa nhiệt độ lên qua 900⁰C sẽ dẫn tới sự làm giảm độ bền va đập.

2. Thép chống ăn mòn dạng Ostennit.

Sau khi hàn đắp đối với thép chống ăn mòn dạng Ostennit có thể xử lý nhiệt theo các công nghệ sau đây: Nung chi tiết đến nhiệt độ từ 1040⁰C – 1120⁰C tùy thuộc vào thành phần cacbon chứa trong thép. Tốc độ làm nguội cần thiết phải cao để hạn chế việc tạo thành cacbít tại giới hạn các hạt. Ram ổn định với mục tiêu tạo cacbít ổn định (niobia, tantan titan) trong khoảng 2 – 4 giờ giữ nhiệt độ 850⁰C – 900⁰C; Ram để khử ứng suất dư ở nhiệt độ thấp hơn 900⁰C.

Việc áp dụng biện pháp xử lý nhiệt sau khi hàn (PWHT) sẽ tạo ra các ảnh hưởng tích cực sau:

- giúp phần làm giảm và khử ứng suất dư. Khi đạt được nhiệt độ nung và thời gian giữ nhiệt phù hợp thì ứng suất dư hầu như bị khử hoàn toàn.
- Làm nhỏ mịn hạt kim loại ở vùng ảnh hưởng nhiệt
- giải phóng khí hydro xâm nhập vào mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt, góp phần ngăn chặn hiện tượng nứt nguội.
- tăng đáng kể độ dai va đập. Đối với các kết cấu hàn có độ dai va đập tại mối hàn thấp và đặc biệt là có độ dày lớn hơn 38mm thì việc áp dụng các biện pháp xử lý nhiệt PWHT là hoàn toàn cần thiết
- làm giảm giới hạn bền và giới hạn chảy của vật liệu khoảng 10% song lại làm tăng tính dẻo của vật liệu, ngăn chặn hiện tượng phá hủy dãn của kết cấu trong quá trình làm việc.
- khử biến dạng, lấy lại độ chính xác cho kết cấu hàn.

Quá trình xử lý nhiệt sau khi hàn.

Khi ta nung nóng kim loại lên nhiệt độ càng cao thì giới hạn chảy của chúng giảm mạnh, đồng nghĩa với việc biến dạng dẻo rất dễ xảy ra. Do vậy khi một chi tiết có tồn tại ứng suất mà giá trị của nó thấp hơn giới hạn chảy thì để khử ứng suất đó ta tiến hành nung nóng chi tiết đó lên, tới một giới hạn nhiệt độ nào đó, giá trị ứng suất dư sẽ vượt qua giới hạn chảy của vật liệu, lúc này biến dạng dẻo sẽ xảy ra và sẽ làm giảm cường độ của ứng suất dư.

Trong vật hàn sau khi hàn cùng tồn tại ứng suất dư kéo và ứng suất nén, tuy nhiên cả hai loại ứng suất này sẽ tự triệt tiêu nhau hoặc được phân bố đều lại trong chi tiết khi ta duy trì liên kết hàn ở nhiệt độ cao (thấp hơn nhiệt độ biến đổi pha) trong một khoảng thời gian phù hợp.

Đối với các chi tiết làm bằng thép thường có kích thước phụ hợp thì có thể đưa vào các lò nung ở nhiệt độ 540°C tùy thuộc vào mỗi loại thép, với thời gian giữ nhiệt trong một giờ cho 25mm chiều dày chi tiết, và sau đó làm nguội dần dần với tốc độ nguội chậm nhằm khống chế nhiệt độ trên toàn bộ chi tiết một cách đồng đều để ngăn chặn việc xuất hiện những ứng suất dư mới đồng thời tránh hiện tượng biến cứng mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt. Đối với các loại thép hợp kim, nhiệt độ nung được tính toán phụ thuộc vào thành phần hóa học và nhiệt độ biến đổi pha của chúng thường là lớn hơn 600°C .

Đối với các chi tiết có tiết diện mặt cắt thay đổi nhiều thì việc tăng nhiệt độ và làm nguội càng cần phải khống chế chặt chẽ và ở một tốc độ thấp hơn. Nếu tỉ số giữa tiết diện lớn nhất và thấp nhất của chi tiết nhỏ hơn 4:1 thì tốc độ nung nóng và tốc độ nguội không được vượt quá 200°C/h cho 2,5mm chiều dày của mặt

cắt lớn nhất. Nếu tỉ số trên càng tăng thì tốc độ nung nóng và tốc độ nguội càng cần phải giảm.

Nếu vì một lý do nào đó mà nhiệt độ nung nóng không thể nâng lên bằng nhiệt độ tính toán thì lúc đó thời gian giữ nhiệt phải tăng lên đáng kể.

Thời gian giữ nhiệt tối thiểu được tính toán như sau

Các nguyên công sau khi hàn

Xử lý cơ khí: Tiện, phay, bào, ...

Xử lý cơ tính: Tôi, ủ, ram, hoá nhiệt luyện, ...

Kiểm tra: các khuyết tật, kích thước, hình dáng, cơ tính, thành phần hoá học.

2.5 Tính chất của kim loại đắp

Tính chất của kim loại sau hàn đắp có thể:

- Độ cứng có thể cao hơn hoặc không cứng bằng

VD: hàn que hàn bằng thép mềm hơn kim loại cơ bản

- Thành phần hoá học, tổ chức không đồng đều

- Độ bền mỏi giảm.

Một số các tính chất ảnh hưởng đến độ bền và tuổi thọ của chi tiết phục hồi bằng phương pháp hàn như sau.

2.5.1 Không đồng nhất về cấu trúc

Trong quá trình hàn đắp kim loại vũng hàn ở trạng thái lỏng, còn phần kim loại cơ bản tiếp giáp với nó được nung nóng tới nhiệt độ vượt qua điểm tới hạn. Nhiều trường hợp vũng hàn được bao quanh bởi khối lượng lớn kim loại nguội. Điều đó làm tăng tốc độ nguội của kim loại nung nóng (lượng nhiệt đi vào kim loại cơ bản lớn) và xuất hiện cấu trúc khác nhau. Như vậy tại vị trí hàn đắp không những xảy ra quá trình kết tinh của kim loại hàn đắp mà còn xảy ra quá trình kết tinh lại kim loại cơ bản tạo thành vùng ảnh hưởng nhiệt.

Tính chất cơ học của kim loại vùng ảnh hưởng nhiệt, do kết tinh lại, có thể thay đổi trong một phạm vi rộng: giới hạn bền, giới hạn chảy, độ dẫn dài tương đối có thể giảm tới 50% so với kim loại cơ bản. Độ cứng vùng ảnh hưởng nhiệt cũng thay đổi đáng kể.

Đặc biệt thép hợp kim (Cr, Mn, Si, Ni, Ti, V, ...) làm tăng tính tôi của thép, bằng khả năng tăng tính ổn định của austenit, chậm quá trình phân huỷ khi làm nguội (có khả năng tạo thành mactenxit). Như vậy cấu trúc chuyển tiếp không ổn định.

2.5.2. Không đồng nhất về thành phần hoá học

Không đồng nhất về thành phần hoá học xảy ra khi các kim loại khác nhau nóng chảy và đặc biệt khi những kim loại đó có thành phần khác nhau nhiều. Khi kết

tinh thành phần hoá học chưa đạt đến trạng thái đồng đều, đặc biệt là phần giới hạn của kim loại cơ bản với kim loại đắp.

Khi thành phần hoá học không đồng nhất sẽ không đồng nhất về cấu trúc, nảy sinh các vùng kim loại giòn có cấu trúc mactenxit, nứt tế vi, ...

Tại vùng chuyển tiếp (giữa kim loại cơ bản và môi hàn) tính không đồng nhất thể hiện rõ rệt nhất. Nguyên nhân là khi hàn đắp chiều sâu bé, kim loại cơ bản tham gia vào môi hàn ít nên tốc độ nguội nhanh làm các nguyên tố hợp kim chưa kịp khuếch tán đều trên tiết diện. Điều đó gây khó khăn cho việc phân bố đều thành phần hoá học của kim loại vùng chuyển tiếp.

Khắc phục:

- Giảm tốc độ nguội bằng ủ hoặc nung nóng trước khi hàn
- Chọn vật liệu, chế độ và công nghệ hàn thích hợp
- Gia công nhiệt trước khi hàn, ủ sau khi hàn
- Bảo vệ vùng hàn khỏi O₂, N.

2.5.3. Độ cứng và khả năng chịu mài mòn

- Để đạt độ cứng, cần:

- + Chọn vật liệu, chế độ hàn thích hợp
- + Tôi, hoá nhiệt luyện sau khi hàn
- + Hợp kim hoá môi hàn

- Khả năng chịu mài mòn: Tỷ lệ thuận với độ cứng

- Hàn đắp dưới lớp thuốc: Cho phép điều chỉnh thành phần kim loại đắp trong phạm vi rộng, sẽ đạt cấu trúc và độ cứng thích hợp mà không cần gia công nhiệt sau khi hàn.

- Hàn đắp trong môi trường khí bảo vệ: Độ cứng và độ mài mòn kém hơn các hợp kim khác vì hợp kim hoá diễn ra khó khăn hơn.

2.5.4. Độ bền mỏi

- Là lực tải trọng động lớn nhất chịu được

- Độ bền mỏi kém hơn kim loại cơ bản vì cấu trúc và thành phần hoá học không đồng nhất. Để tăng độ bền mỏi: giảm tốc độ nguội, gia lực trong quá trình hàn để khử ứng suất dư.

2.6 Một số biện pháp nâng cao chất lượng phục hồi bằng hàn

2.6.1. Gia công nhiệt

Phương pháp ủ

Nhiều chi tiết do yêu cầu về độ cứng và độ chịu mài mòn phải hàn đắp bằng hợp kim, nên sau khi hàn hoặc hàn đắp luôn tồn tại một vùng chuyển tiếp không đồng nhất về cấu trúc và thành phần hoá học của kim loại.

Gia công nhiệt có thể san bằng đáng kể sự không đồng nhất về cấu trúc và hoá học. Đó là phương pháp tốt nhất thay đổi cấu trúc và tính chất của kim loại hàn đắp và kim loại cơ bản. Nó còn có tác dụng làm giảm nội ứng suất dư hàn.

Trong sửa chữa thường thay thế việc gia công nhiệt bằng các đường hàn ủ hoặc nung nóng vật bằng ngọn lửa oxy – axetylen. Phương pháp đó không thích hợp vì nó không đảm bảo nung nóng đồng đều toàn bộ chi tiết. Nhiệt độ nung nóng và chiều sâu vùng ảnh hưởng nhiệt phụ thuộc rất nhiều yếu tố. Vì vậy phương pháp này chỉ nên dùng trong trường hợp không thể tiến hành gia công nhiệt bình thường trong lò với việc nung nóng toàn bộ chi tiết tới nhiệt độ cần thiết.

Để loại trừ hoặc giảm đáng kể nội ứng suất chỉ cần ủ nhẹ và sau đó làm nguội chậm. Thường nung chi tiết lên 500 – 600°C. Khi tăng hoặc giảm nhiệt độ nung ngoài phạm vi nhiệt độ này cần thay đổi thời gian duy trì vật theo trọng lượng và cấu tạo của vật nung.

Ngoài khử bỏ ứng suất, gia công nhiệt còn nhằm các mục đích sau:

- Nhận cấu trúc mịn nhờ kết tinh lại
- San bằng cấu trúc theo tiết diện của chi tiết nhờ nung nóng toàn bộ tới nhiệt độ xác định.
- San bằng thành phần hoá học của kim loại nhờ khuếch tán
- Tạo cấu trúc và tính chất cơ học cần thiết cho kim loại hàn đắp và kim loại cơ bản.

Tôi bề mặt

Sử dụng khi phục hồi chi tiết máy bằng hàn đắp đảm bảo cấu trúc, độ cứng, độ chịu mài mòn cần thiết của kim loại hàn đắp và tăng tuổi thọ của nó.

Những chi tiết máy trước đây đã tôi sau khi phục hồi cũng cần tôi lại, được giải thích: trong khi hàn đắp, dưới tác dụng của nhiệt hồ quang cấu trúc kim loại thay đổi, ngoài ra kim loại chi tiết tôi chứa nhiều cacbon, vì vậy việc hàn đắp phải ứng dụng nung nóng trước. Trước khi hàn đắp phải ủ để khử tôi, khử ứng suất tôi và khả năng tạo các vết nứt.

2.6.2. Biến cứng nguội

Phương pháp biến cứng nguội bề mặt sử dụng để nâng cao đáng kể độ bền mỏi và tuổi thọ của chi tiết, ngoài ra còn tăng cường độ chịu mòn của nó.

Biến cứng làm tăng độ cứng và những tính chất đặc trưng khác về độ bền của kim loại của lớp bề mặt, đồng thời tạo bề mặt chi tiết ứng suất nén dư có lợi.

Hiện nay trong công nghiệp thường hay sử dụng nhiều phương pháp tăng cường chi tiết bằng biến dạng dẻo bề mặt: phun bi, lăn ép, biến cứng bằng cơ cấu quay, rung, nổ, ...

2.6.3. Gia công cơ điện

Phương pháp này có thể:

- Tăng độ bền mỏi của các chi tiết lên 26 – 78%,
- Tăng độ chống mòn của chi tiết hàn đắp

Câu hỏi:

Trình bày quá trình hợp kim hóa kim loại đắp trong các phương pháp hàn đắp (hàn dưới lớp thuốc và hàn dây hàn bột)

Trình bày công nghệ hàn đắp hồ quang tay, bằng que hàn thép các bon, thép hợp kim trung bình, cao

Trình bày công nghệ hàn đắp hồ quang rung

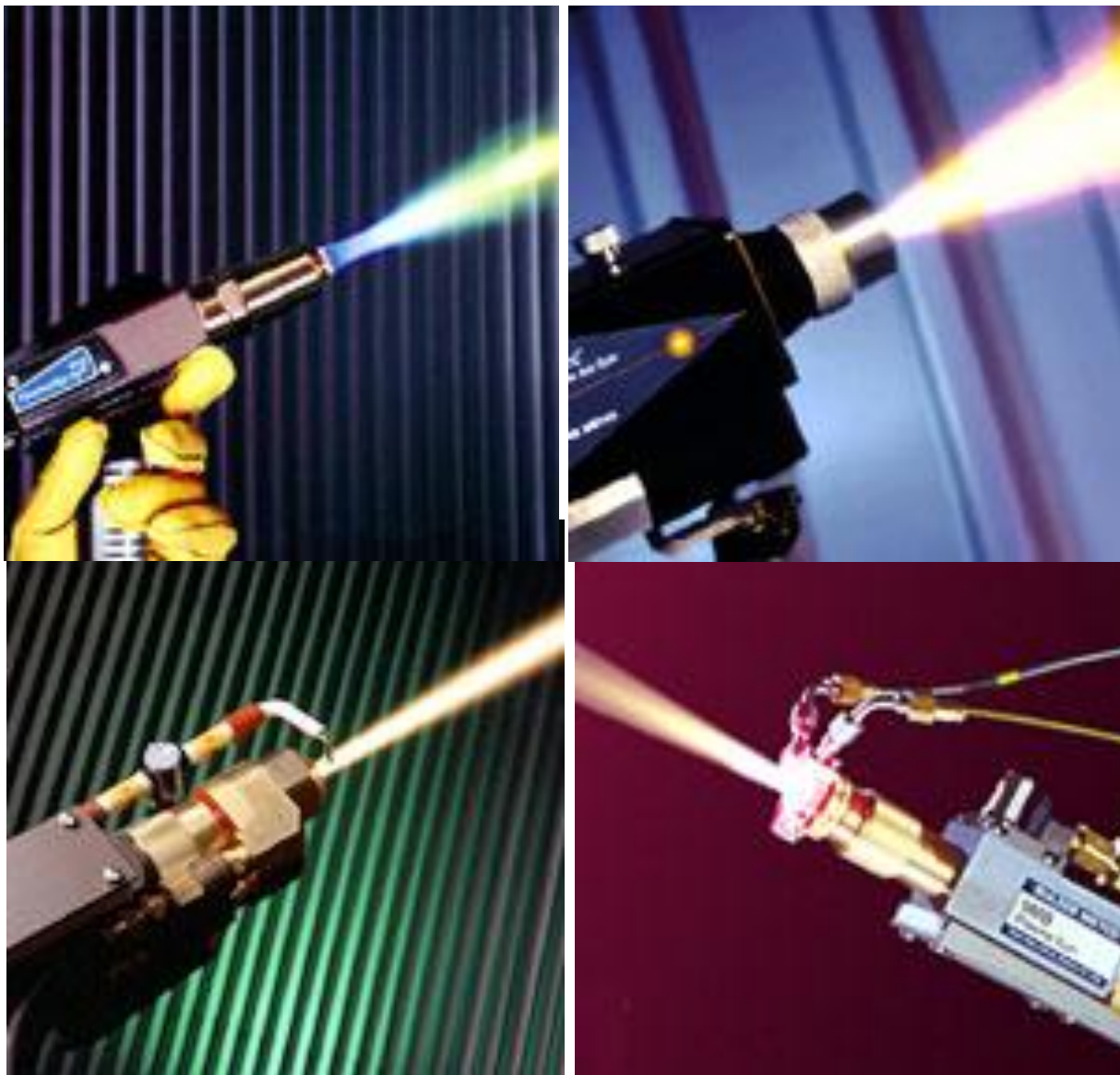
Trình bày sự ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ, chế độ hàn và kỹ thuật hàn đến chất lượng lớp kim loại đắp.

Trình bày các biện pháp xử lý nhiệt trong quá trình phục hồi chi bằng công nghệ hàn đắp kim loại.

Phân tích các tính chất của kim loại sau hàn đắp, các biện pháp nâng cao chất lượng lớp kim loại đắp.

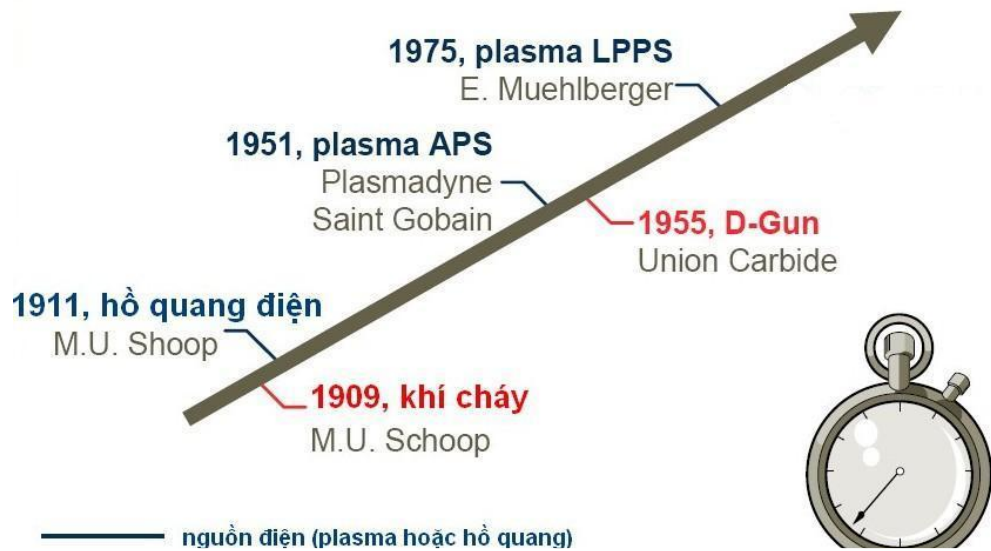
Chương 3 - CÔNG NGHỆ PHUN PHỦ

Lịch sử phát triển của công nghệ phun phủ



Công nghệ phun phủ đầu tiên là công nghệ phun kim loại sử dụng khí cháy do một kỹ sư người Thụy Sĩ tên là Max Ulrich Schoop phát minh từ những năm đầu của thế kỷ 20. Phương pháp công nghệ này tạo ra một lớp kim loại phủ có độ dày theo yêu cầu trên bề mặt chi tiết, trong đó các hạt kim loại đè lên nhau từng lớp. Mãi đến năm 1923 công nghệ này mới bắt đầu đưa vào ứng dụng trong sản xuất.

Lúc đầu phun phủ kim loại chỉ dùng cho mục đích trang trí, đến chiến tranh thế giới thứ hai, công nghệ này bắt đầu được sử dụng với qui mô rộng. Công nghệ phương pháp kim loại được sử dụng ở hầu hết các nước châu Âu và càng ngày càng tỏ ra có nhiều tính ưu việt trong các lĩnh vực: phục hồi các chi tiết bị mài mòn, bảo vệ chống ăn mòn, trang trí ... Lịch sử phát triển của công nghệ phương pháp được trình bày theo sơ đồ sau.



Hình 3.1: Lịch sử phát triển của công nghệ phun phủ

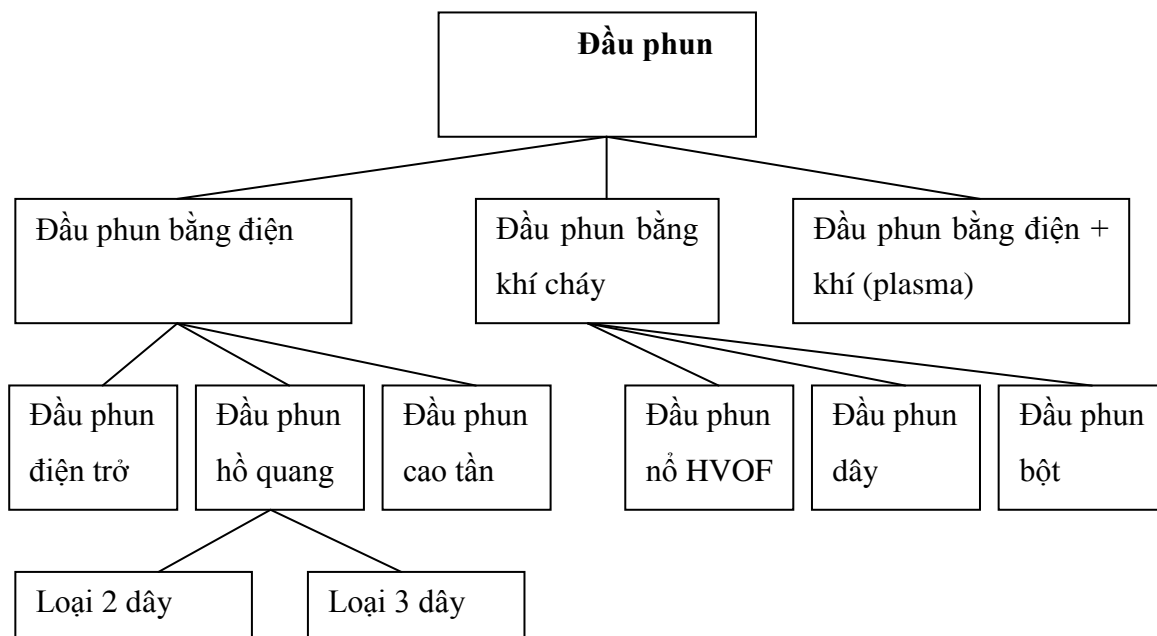
Trong các phương pháp công nghệ xử lý bề mặt thì phương pháp này càng được phát triển và mở rộng về qui mô, cải thiện về chất lượng, thể hiện tính ưu việt so với các phương pháp tạo lớp phủ khác. Nó đã trở thành một lĩnh vực chuyên môn riêng, thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học. Một mặt phương pháp này biểu hiện một biện pháp xử lý bề mặt, mặt khác chính bản thân nó lại có vai trò là một công nghệ sản xuất. Để đánh giá sự phát triển của phương pháp phun phủ và có cái nhìn so sánh với các phương pháp tạo lớp phủ khác, ta cần phải dựa trên cơ sở sự phát triển về trang thiết bị, các quy trình công nghệ và đặc biệt là phạm vi ứng dụng.

Ngày nay người ta đã nghiên cứu chế tạo và đưa vào ứng dụng nhiều loại đầu phun khác nhau phục vụ cho các phương pháp phun phủ:

- Đầu phun nhiên liệu khí cháy (dây, bột)
- Đầu phun hồ quang điện (loại 2 dây, 3 dây)
- Đầu phun Plasma (dây, bột)
- Đầu phun bằng dòng cao tần
- Đầu phun bằng kích nổ

Đặc biệt đã có những cải tiến để tăng năng suất phun như phát triển các thiết bị và dây truyền phun tự động với độ ổn định và chất lượng ngày càng cao.

Căn cứ theo nguồn nhiệt để làm chảy kim loại có thể phân loại đầu phun theo sơ đồ khối



Đầu phun đầu tiên dùng khí cháy là của Schoop phát minh. Ông dùng ngọn lửa khí để đốt chảy dây kim loại, dùng không khí nén để thổi kim loại lỏng và dùng tuabin khí làm cơ cấu dịch chuyển dây phun.

Các loại đầu phun có rất nhiều loại, nhưng vẫn chưa đáp ứng được những yêu cầu đòi hỏi cao của kỹ thuật. Phương hướng thiết kế các đầu phun hiện nay theo các điều kiện sau:

Phải làm việc được với mọi phạm vi thời gian của công việc, tức là có thể tắt hoặc gây hồ quang thường xuyên mà vẫn đảm bảo an toàn.

Cấu tạo từ những chi tiết chịu mài mòn cao chủ yếu là bộ truyền dẫn, bộ dẫn hướng

Làm việc ổn định với các thông số phun trong thời gian dài

Có chùm tia phun tập trung

Cho cấu trúc lớp phủ chất lượng tốt nhất

Có thể tự động điều chỉnh dòng điện và áp lực khí nhỏ, các cơ cấu được tự động hoặc cơ khí hóa. Công nghệ phương pháp đã giải quyết thành công các chế độ công nghệ:

Phun cho các vật liệu có nhiệt độ nóng chảy cao (vật liệu gốm, cacbit, oxit kim loại..).

Phủ được kim loại nguyên chất, các hợp kim lên bề mặt kim loại, hợp kim hay bề mặt vật khác như gỗ, vải, giấy, sứ.

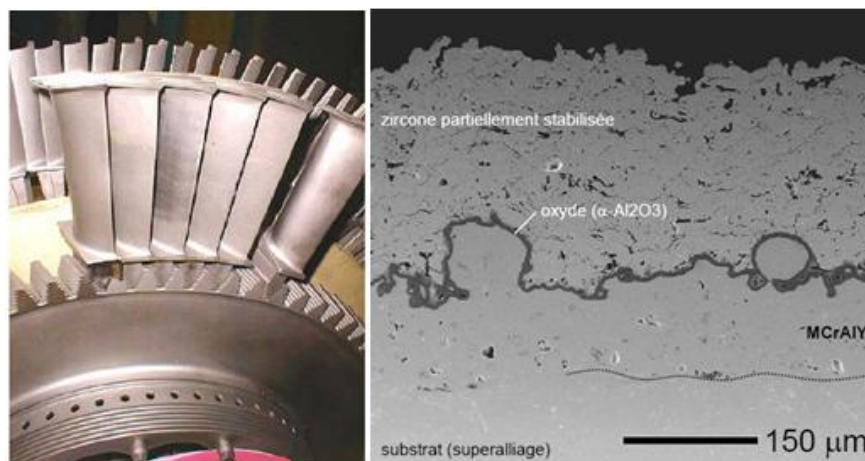
Phủ được polyme ở thể rắn lên bề mặt vật liệu kim loại ...

Phủ có thể tạo ra lớp chịu nhiệt, lớp dẫn điện trên vật liệu không dẫn điện; tạo ra lớp chống ăn mòn cho các kết cấu thép (cầu, cảng, ống dẫn, tàu thuyền ...) làm việc trong môi trường oxi hoá hay ăn mòn điện hoá;

Phủ các lớp kim loại màu (kim loại quý hiếm) lên trên bề mặt của những kim loại khác nhằm tiết kiệm kim loại quý và tăng giá trị thẩm mỹ trong trang trí.

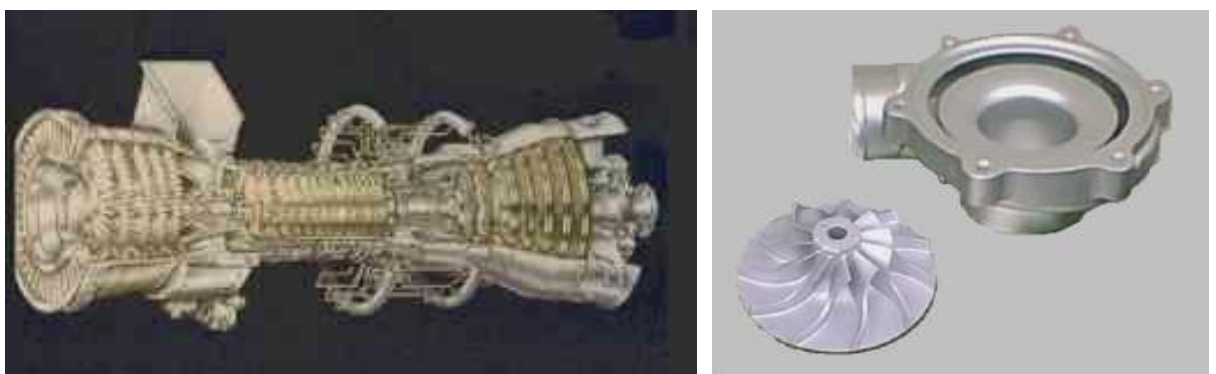
Phủ lên bề mặt các lớp có khả năng chống mài mòn như thép không gỉ, đồng thau, nhôm, hợp kim của niken ... với các chiều dày theo yêu cầu cho các chi tiết làm việc trong môi trường chịu mài mòn.

Phun phủ rất thích hợp và tỏ ra ưu việt trong việc sửa chữa và phục hồi các chi tiết sửa chữa các khuyết tật của vật đúc, chi tiết bị mòn như trục khuỷu, xylanh, chốt).



H3.2 Lớp phủ Al_2O_3 và ZrO_2 trong tuabin động cơ Rolls - Royce AVON

Sự phát triển của công nghệ phun phủ hiện nay đã được áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau: cơ khí động học, hạt nhân, cơ khí để tạo lớp phủ chịu mài mòn, chống ăn mòn, tạo các lớp phủ trong ngành điện, lớp cách nhiệt ... Đặc biệt công nghệ phun phủ plasma phun được các vật liệu có nhiệt độ nóng chảy cao như W, Mo, Cr ..., áp dụng phủ các lớp trong ngành kỹ thuật tên lửa, kỹ thuật điện (phủ vật liệu không dẫn điện) và trong gia công các chi tiết chịu nhiệt độ cao.



H3.3. Lớp phủ Silicon Aluminium trong tuabin máy phát điện

Hiện nay phun phủ đang được phát triển mạnh ở các nước tiên tiến như: Anh, Pháp, Đức, Mỹ, Nhật, Nga, Thụy, Điển ... với dây chuyền công suất rất cao; các viện, trung tâm hay hiệp hội được thành lập để nghiên cứu và ứng dụng phun phủ. ở nước ta những năm qua công nghệ phun phủ được ứng dụng và nghiên cứu còn rất hạn chế mặc dù nhu cầu nâng cao chất lượng và tuổi thọ của kết cấu công trình là rất lớn. Đặc biệt lại có khí hậu nhiệt đới gió mùa, hầu như quanh năm ẩm ướt (độ ẩm $80 \div 90\%$) làm cho các chi tiết kết cấu rất dễ bị phá hủy do ăn mòn, việc nâng cao chất lượng bề mặt kéo dài tuổi thọ của chi tiết kết cấu là một vấn đề cấp thiết. Nhưng do chưa được đầu tư nghiên cứu và khai thác ứng dụng một cách có hiệu quả và qui mô nên so với các phương pháp bảo vệ khác như mạ, phun sơn ... thì phun phủ vẫn chưa được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển kinh tế, khoa học công nghệ, các ngành kỹ thuật, công nghiệp thì việc đòi hỏi nâng cao chất lượng sản phẩm và kéo dài tuổi thọ của kết cấu chi tiết là không thể thiếu, công nghệ phun phủ bắt đầu được nhiều ngành và các công ty ở Việt nam quan tâm đến.



H3.4. Lớp phủ WC10Co4Cr



H3.5. Phun Zn bảo vệ chân dàn

Hiện tại công nghệ phun phủ được triển khai tại các trung tâm, viện nghiên cứu như:

- Viện Kỹ thuật nhiệt đới thuộc viện Khoa học và Công nghệ Việt nam đang triển khai nghiên cứu về các lớp phủ chống ăn mòn cho các kết cấu biển bằng thiết bị phun hồ quang điện OSU – hessler 300A (Đức) và đầu phun khí cháy MARK 61 (Anh), nghiên cứu các lớp phủ trên cơ sở hợp kim Cr - Ni chịu mài mòn, chống ăn mòn và chịu nhiệt bằng thiết bị phun hồ quang điện OSU – hessler 300 A (Đức).

- Viện nghiên cứu Cơ khí ứng dụng phun phủ trong phục hồi chi tiết máy bằng thiết bị phun hồ quang M6, M12 (Nga) và tham gia thi công phun phủ bảo vệ bề mặt cho kết cấu giàn khoan của Vietsopetro.

- Viện công nghệ Bộ quốc phòng, xưởng X50 Hải quân, A42 Không quân, trường ĐHBK Hà Nội ... cũng có nhiều đề tài nghiên cứu về công nghệ phun phủ.

Năm 2004 viện Kỹ thuật nhiệt đới đã chuyển giao công nghệ phun kềm bảo vệ và phục hồi bình ga bằng thiết bị phun hồ quang điện OSU – hessler 300A (Đức) cho Công ty dầu khí TP. Hồ Chí Minh SAIGONPETRO và đây chuyên hiện nay đang ổn định, công suất 450 bình ga mỗi ca làm việc. Trong năm 2005 tại viện nghiên cứu Cơ khí đã báo cáo một đề tài cấp nhà nước về công nghệ phun phủ phục hồi chi tiết bằng đầu phun plasma. Với xu thế Việt Nam đang ứng dụng công nghệ phun phủ ngày càng nhiều khi các hãng kinh doanh thiết bị hàn cũng đang muốn mở rộng kinh doanh các thiết bị phun phủ (Weldtec ...).

3.1 Khái niệm và đặc điểm

3.1.1 Thực chất

Phun phủ là công nghệ đưa vật liệu rắn (dạng bột, dạng dây, dạng thanh cứng hoặc mềm) vào dòng vật chất có năng lượng cao (dòng khí cháy hoặc dòng plasma) nhằm nung nóng một phần hay toàn bộ vật liệu; phân tán vật liệu thành các hạt dưới dạng sương mù rất nhỏ, tăng tốc độ hạt và đẩy hạt đến bề mặt chi tiết cần phủ đã được chuẩn bị trước.

Do đặc điểm hình thành, lớp phủ sẽ có cấu trúc dạng lớp, trong đó các phần tử vật liệu bị biến dạng và xếp chồng lên nhau. Tại bề mặt tiếp xúc giữa các phần tử với chi tiết và bề mặt tiếp xúc của các phần tử xảy ra các quá trình liên kết bền vững tạo nên cấu trúc lớp phủ.

3.1.2 Đặc điểm

Nguồn năng lượng cách ly với bề mặt chi tiết, nhiệt độ bề mặt chi tiết khi phủ có thể giữ ở nhiệt độ $80^0 \div 100^0C$, điều này cho phép phủ các loại vật liệu khác nên bề mặt các vật liệu dễ cháy (VD: phun phủ lên gỗ, vải, giấy, polyme...) nhờ lựa chọn vật liệu phủ và công nghệ thích hợp.

Các hạt rắn dưới tác dụng vật lý, hoá học của dòng vật chất có năng lượng cao sẽ có thành phần và tính chất thay đổi, do đó lớp phủ nhận được không nhất thiết có thành phần trùng với vật liệu phun ban đầu.

Lớp phủ có cấu trúc dạng lớp do các phần tử của vật liệu dưới dạng hạt nóng chảy hoặc mềm đập lên bề mặt chi tiết với một động năng cao làm chúng biến dạng rất lớn.

Các phần tử của vật liệu phủ, đang ở nhiệt độ cao, khi tiếp xúc với bề mặt chi tiết thì được làm nguội rất nhanh (tốc độ nguội khi phun plasma khoảng $10^5 \div 10^7$ /s). Do đó đối với kim loại có thể tạo thành các pha giả ổn định, vi tinh thể cỡ hạt $0,25 \div 0,5$ μm hoặc vô định hình.

Để tạo lớp phủ, tất cả các vật liệu phun phải có nhiệt độ chảy và nhiệt độ phân huỷ hoặc bay hơi chênh lệch ít nhất 300°C để vật liệu không bị phân huỷ hoặc bay hơi hết trước khi đến bề mặt chi tiết.

Với khả năng cơ động cao (thiết bị phun dễ dàng di chuyển và có thể xách tay) công nghệ phun phủ có thể thực hiện đối với nhiều loại chi tiết, có thể xử lý tại chỗ, cục bộ đối với các kết cấu lớn, có thể tạo được lớp phủ cho các chi tiết phức tạp nhờ sử dụng các đồ gá điều khiển tự động.

3.1.3 Công dụng

Phun phủ phục hồi, hoặc công nghệ gia công mới

Phun các lớp phủ đặc biệt: chịu mài mòn, chống ăn mòn, chịu nhiệt ...

Phun các lớp phủ (lớp phủ dẫn điện, dẫn nhiệt tốt, cách điện, cách nhiệt, lớp phủ từ tính...) lên các chi tiết mà vật liệu cơ bản không có đặc tính này.

Sửa chữa khuyết tật (vật đúc, chi tiết sau gia công cơ)

Tạo lớp trang trí

Trong đó mục đích phun phủ phục hồi các chi tiết máy mòn và bảo vệ chống ăn mòn các kết cấu thép là được ứng dụng nhiều hơn cả.

Những hạn chế cần khắc phục

Mối liên kết giữa lớp phủ và nền còn thấp

Tồn thất vật liệu phun nhiều

Ảnh hưởng đế sức bền của chi tiết (giảm giới hạn mỏi của chi tiết)

Bề mặt chi tiết trước khi phun luôn yêu cầu phải làm sạch và tạo nhấp nhô

Đòi hỏi trình độ tay nghề công nhân cao, điều kiện làm việc nặng nhọc, độc hại.

3.2 Công nghệ phun phủ

3.2.1 Khái quát về phân loại phun phủ

Nếu dựa theo công nghệ sử dụng thì phun phủ được chia làm 4 công nghệ chính:

- + Phun nổ
- + Phun hồ quang điện
- + Phun khí cháy
- + Phun Plasma

3.2.2 Phun khí cháy



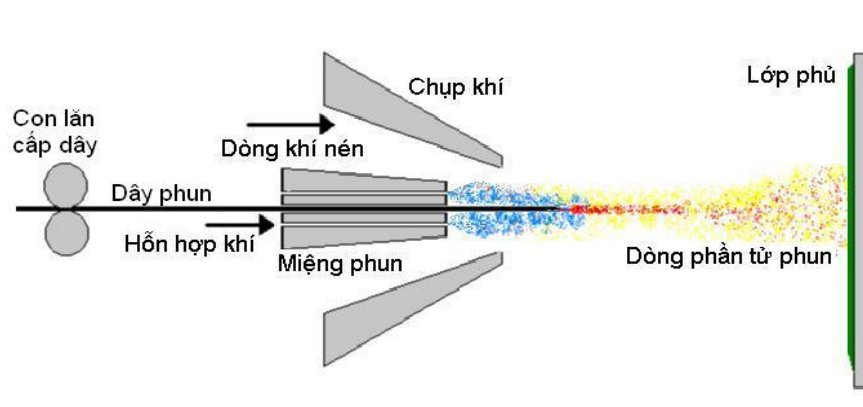
3.2.2.1 Khái niệm

Công nghệ phun khí cháy sử dụng ngọn lửa khí để nung chảy vật liệu phủ. Vật liệu sau khi nung được dòng khí nén phân tán và đẩy đi với vận tốc cao hướng vào bề mặt chi tiết, tại bề mặt chi tiết sẽ xảy ra quá trình liên kết tạo nên lớp phủ.

3.2.2.2 Nguyên lý và thiết bị

1. Phun dây

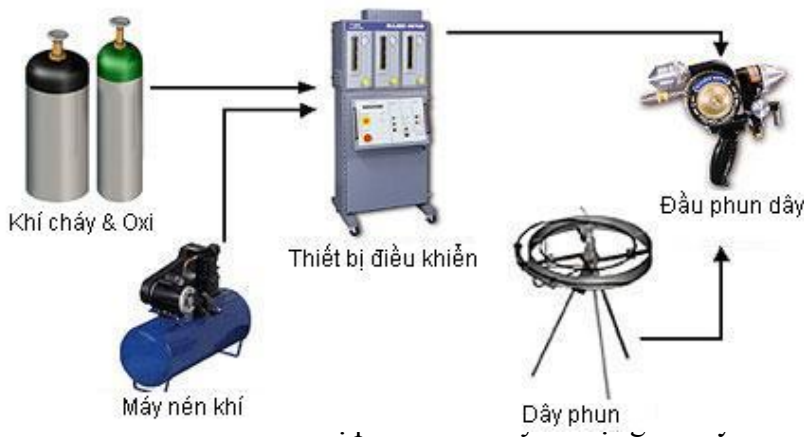
- Nguyên lý phun dây



Hình 3.6: Nguyên lý công nghệ phun khí cháy sử dụng vật liệu dây

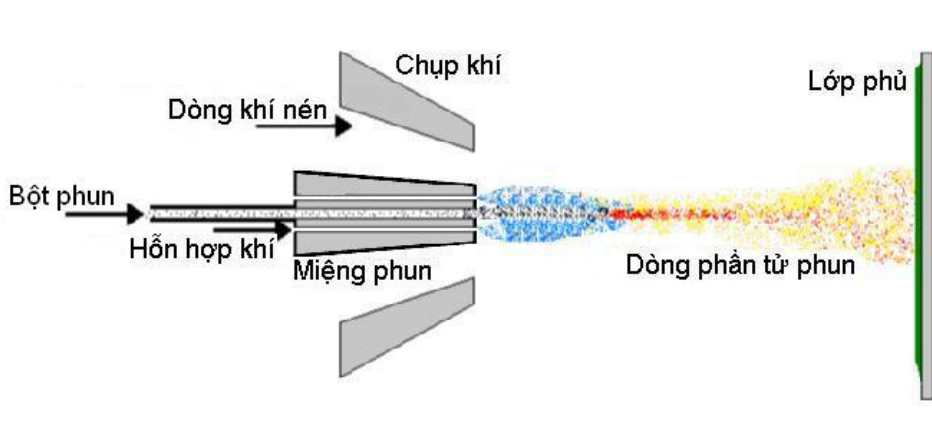
Hỗn hợp khí (khí cháy và oxi) được đẩy qua miệng phun, tại đầu miệng phun hỗn hợp khí này được đốt cháy tạo nên ngọn lửa khí có nhiệt năng cao. Dây phun được dịch chuyển bằng cặp con lăn cấp dây, qua miệng phun đến gặp ngọn lửa khí. Tại đây ngọn lửa có nhiệt độ cao làm nóng chảy đầu dây vật liệu. Dây vật liệu liên tục được cấp bởi cặp con lăn quay với tốc độ phù hợp với quá trình phun. Trong khi đó, vật liệu nóng chảy được dòng khí nén thành dòng phân tử phun. Phân tử phun với vận tốc lớn được phủ lên bề mặt chi tiết đã được làm sạch và tạo nhám, tạo nên lớp phủ. Tùy theo độ dày lớp phủ mà người ta phun với số lớp thích hợp.

- Thiết bị phun dây



2. Phun bột

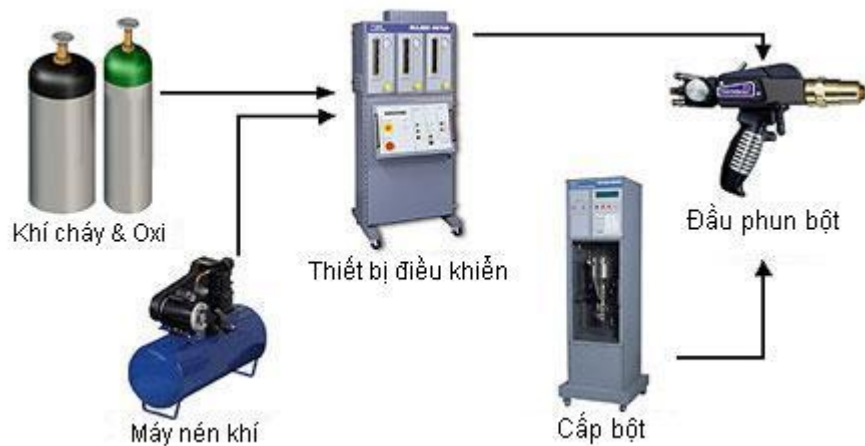
- Nguyên lý phun bột



Hình 3.7 Nguyên lý công nghệ phun khí cháy sử dụng vật liệu bột

Nguyên lý của phun bột tương tự như phun dây, điểm khác nhau chỉ là việc cấp vật liệu phun. Vật liệu phun dưới dạng bột được cấp thông qua hệ thống dẫn đến gặp ngọn lửa khí. Bột phun có thể được dẫn qua miệng phun hoặc cấp trực tiếp vào ngọn lửa từ đầu miệng phun. Ngọn lửa có nhiệt độ cao nung nóng vật liệu phun, vật liệu liên tục được cấp với vận tốc phù hợp với quá trình phun.

- Thiết bị bột



Hình 3.8 . Thiết bị phun khí cháy sử dụng vật liệu bột

Đầu phun bằng ngọn lửa khí cháy

Các đầu phun kiểu ngọn lửa khí đều sử dụng ngọn lửa hỗn hợp khí từ các khí cháy khác nhau với ôxy như axêtylen, mêtan, prôtan-butan, khí thiên nhiên, khí dầu hỏa ... Trong đó phần lớn các đầu phun dùng ngọn lửa axêtylen và ôxy, nó cho nhiệt độ cao nhất, vì vậy có thể dùng để phun với vật liệu có nhiệt độ chảy cao nhất đến 2800°C .

c/ Các thông số ảnh hưởng đến chất lượng của quá trình phun:

Thông số kết cấu: Đường kính lỗ phun khí, đường kính lỗ đầu phun, góc nghiêng của lỗ phun khí so với tâm đầu phun.

Thông số chế độ phun: Áp suất khí đốt tại đầu vào và mức tiêu thụ áp suất khí vận chuyển, tỷ lệ khí đốt và oxy trong hỗn hợp. Các thông số này sẽ ảnh hưởng đến vận tốc tia lửa khí, chiều dài phần nhiệt độ cao của ngọn lửa đối với khí, nhiệt độ của phần tử phủ đối với vật liệu bột, vận tốc của phân phủ.

Khi tăng mức tiêu thụ khí đốt dẫn đến tăng công suất nhiệt (W) và vận tốc dòng khí (Vg), tăng chiều dài ngọn lửa có nhiệt độ cao (L), đồng thời với đó là tăng tốc độ tiêu thụ vật liệu phủ (Vm), khi đó năng suất phủ (G) sẽ tăng.

Thông số vật liệu: Cỡ hạt, đường kính dây, mức tiêu thụ bột, vận tốc cấp vật liệu. áp suất tải vật liệu, mức tiêu hao khí tải.

Thông số ngoại vi: Khoảng cách phun, góc phun

d/ Ưu nhược điểm của phương pháp:

- Ưu điểm: Giá trang thiết bị thấp, hệ số hiệu dụng vật liệu cao khi dùng vật liệu dây

- Nhược điểm: Năng suất thấp, đặc biệt khi phun phủ dùng vật liệu có nhiệt độ nóng chảy cao, chất lượng lớp phủ không cao và hệ số hiệu dụng vật liệu thấp khi dùng các vật liệu bột.

3.2.3 Phun hồ quang điện

3.2.3.1 Khái niệm

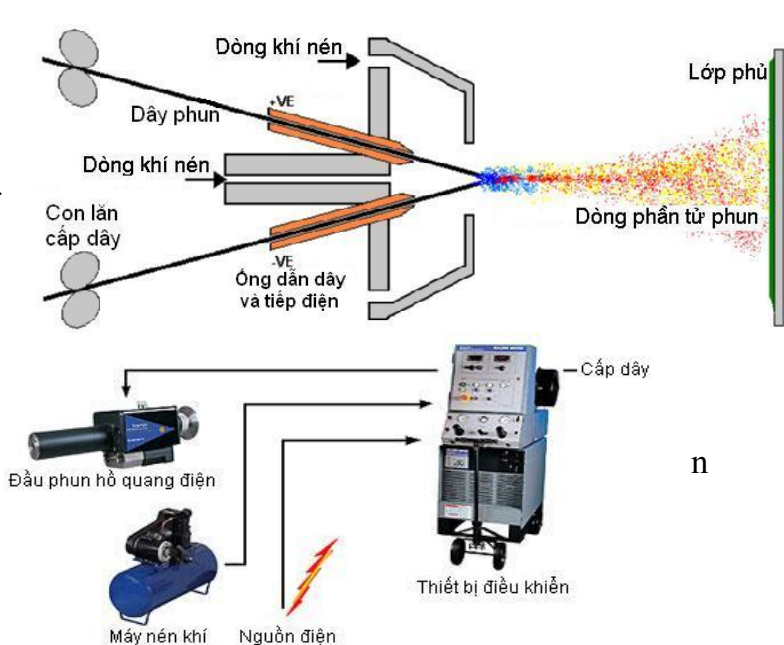
Phun phủ kim loại hồ quang điện là công nghệ phun kim loại dùng năng lượng điện. Ngọn lửa hồ quang điện được dùng để nung nóng chảy vật liệu phủ, sau đó không khí nén với áp suất lớn và vận tốc cao sẽ phân tán sẽ phân tán kim loại lỏng thành các lớp sương mù rất nhỏ bắn lên bề mặt chi tiết đã được chuẩn bị sạch. Như vậy sẽ tạo ra một lớp kim loại phủ dày, trong đó các phần tử kim loại đè lên nhau theo từng lớp.

3.2.3.2 Nguyên lý và thiết bị

a. Nguyên lý

Hai dây (điện cực) được dịch chuyển bằng cặp con lăn cấp qua ống dẫn dây đến tiếp xúc nhau. Các dây kim loại được nối với hai điện cực khác nhau bằng ống tiếp điện, khi tiếp xúc nhau sẽ gây ngọn lửa hồ quang có nhiệt độ cao làm nóng chảy đầu dây kim loại. Dây kim loại liên tục được cấp bởi cặp con lăn quay với vận tốc phù hợp với quá trình phun. Trong khi đó kim loại nóng chảy được thổi bằng dòng khí nén được bố trí ở giữa hai điện cực và miệng phun. Phần tử phun với vận tốc lớn được phủ lên bề mặt chi tiết đã được làm sạch và tạo nhám. Tùy theo độ dày lớp phủ mà người ta phun với số lớp thích hợp.

b. Thiết bị



3.2.3.3. Các thông số ảnh hưởng đến chất lượng của quá trình phun

a. Thông số kết cấu

Kích thước và hình dáng đầu phun ảnh hưởng đến chất lượng quá trình phủ. Trong thực tế chủ yếu dùng đầu phun hình trụ có đường kính $d = (3 \div 6)\text{mm}$.

Góc chéo nhau ω của hai cực ảnh hưởng đến quá trình hình thành dòng phân tử phun. Thực tế thường dùng $\omega = 30^0$.

Chiều dài bộ phận dẫn dây I_K ảnh hưởng đến chu trình phun, nếu I_K tăng thì tổn thất điện áp tăng. Bộ phận có kết cấu hoàn chỉnh thì tổn thất giảm và hệ số sử dụng năng lượng có ích đạt (0,8 ÷ 0,9).

b. Thông số chế độ hoạt động

Các thông số ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất quá trình là công suất dòng hồ quang và tiêu hao khí.

Quá trình tối ưu khi đạt công suất riêng (N_d) nhỏ nhất. Nếu tăng N_d sẽ dẫn đến thất thoát nhiều phân tử kim loại do bị quá nhiệt, song chất lượng lớp phủ sẽ tốt hơn.

Áp suất, lượng tiêu thụ khí cũng như các tính chất của khí thổi ảnh hưởng trực tiếp đến các chi tiết của quá trình. Việc tăng áp suất dẫn đến tăng tốc độ phun, tăng lượng tiêu hao khí thổi và tăng hiệu quả phủ.

c. Thông số về dây và cấp dây

Đường kính dây thường dao động trong khoảng (1 ÷ 3,5)mm, tốc độ cấp dây thường là (0,05 ÷ 0,35)m/s, tương ứng với năng suất phun (2 ÷ 120)kg/h.

d. Các thông số điều kiện ngoại vi

- Góc phun được chọn trong khoảng ($65^0 \div 90^0$)
- Khoảng cách phun $L = (100 \div 300)$ mm
- Tốc độ di chuyển đầu phun (20 ÷ 50)m/ph

3.2.3.4. Ưu nhược điểm của phương pháp

Ưu điểm

- Năng suất cao có thể đạt tới 120 kg/h
- Hệ số hiệu dụng năng lượng và hệ số sử dụng vật liệu phủ cao (0,6 ÷ 0,85)
- Chất lượng lớp phủ khá tốt, độ bám dính cao.

Nhược điểm

- Chỉ dùng được vật liệu dây kim loại để phun
- Nhạy cảm với các khí hoạt tính

* Một số Thiết bị chuyên dùng để phun kim loại bằng hồ quang điện

1. Máy nén khí

Các loại máy nén khí phải đảm bảo các yêu cầu sau:

Lưu lượng khí tối thiểu 100 m³/h (tức 1,7 m³/ph) để bảo đảm không những dùng cho phun kim loại mà còn dùng để phun cát làm sạch (lưu lượng phun cát từ 0,8 ÷ 1,2 m³/ph)

Bảo đảm áp suất ổn định liên tục khi làm việc từ 6 ÷ 8kG/cm²

Đối với các nhà máy có hệ thống đường ống dẫn khí nén, cũng dùng cho phun kim loại được, nhưng phải lưu ý đến tổn thất khí nén từ trạm nén khí đến vị trí phun kim loại.

2. Bình chứa khí

Không khí sau khi được máy nén ép lại có sự dao động rất lớn về áp lực, do đó nhất thiết phải có bình chứa khí để tạo ra áp lực không đổi trong quá trình phun kim loại. Thể tích của bình chứa khí tùy theo lưu lượng của máy nén khí để đạt được sự cân bằng độ thay đổi của áp suất.

Thể tích bình chứa được xác định theo kinh nghiệm sau:

$$V_t = \sqrt{3V}$$

Với: V_t – thể tích của bình chứa khí (m^3)

V – thể tích máy nén khí (m^3/ph)

3. Nguồn điện để phun kim loại

Nguồn điện dùng cho quá trình phun có thể là nguồn điện một chiều hoặc xoay chiều, máy phát điện hàn một chiều, máy hàn chỉnh lưu ...

Nguồn điện có ảnh hưởng quá trình làm việc của đầu phun, đến chất lượng của lớp phun:

- Với nguồn điện một chiều: nếu sử dụng đầu phun có tốc độ đẩy dây không đổi thì quá trình làm việc sẽ ổn định hồ quang khi sử dụng nguồn điện có đặc tuyến ngoài phẳng hoặc thoải (với loại đầu phun này thì điều này cũng đúng cho cả nguồn xoay chiều). Nếu máy có đặc tuyến dốc, sẽ không bảo đảm được sự gia tăng về cường độ dòng điện. Vì thế sự phóng tia lửa điện hồ quang khi chập mạch rất khó khăn, có khi không xảy ra được, dẫn đến quá trình làm của súng phun thường bị gián đoạn

Nguyên nhân: là do tốc độ đẩy dây không đổi, khi chập mạch hai đầu dây phun tiếp tục chạm vào nhau, tiếp xúc với nhau qua một tiết diện lớn. Vì thế để có thể phóng được tia lửa điện, cần phải có một sự gia tăng cường độ dòng điện lớn. Với nguồn điện có đặc tuyến phẳng sẽ khắc phục được vấn đề đó.

Đối với loại súng phun mà tốc độ đẩy dây thay đổi theo điện áp hồ quang, thì quá trình phun được ổn định và phù hợp với tất cả các loại nguồn điện:

Sự thay đổi độ dài ngọn lửa hồ quang gắn liền với sự thay đổi điện thế của nó. Khi chiều dài hồ quang ngắn lại, điện thế của nó giảm, tốc độ quay của động cơ đẩy dây cũng giảm theo và do đó tốc độ đẩy dây cũng giảm xuống. Khi chập mạch, điện áp hồ quang giảm tới không và do đó tốc độ đẩy dây cũng bằng không, nên sự phóng tia lửa điện hồ quang được thực hiện dễ dàng. Khi chiều dài hồ quang tăng lên thì điện áp của nó cũng tăng lên do đó tốc độ đẩy dây cũng tăng lên thích ứng và chiều dài hồ quang lại giảm xuống theo yêu cầu.

Nhờ việc làm thay đổi tốc độ đẩy dây theo điện áp hồ quang, có thể sử dụng nguồn điện có đặc tính dốc để phun kim loại.

- Với nguồn điện xoay chiều: dùng cho phun kim loại ít hơn, như phun dây nhôm hay đồng hoặc hợp kim của nó. Loại nguồn xoay chiều thường là ở máy biến thế hàn có đặc tính phẳng. Tuy nhiên chất lượng hợp kim phun cũng bị ảnh hưởng không có lợi.

3.2.4. Phun nổ

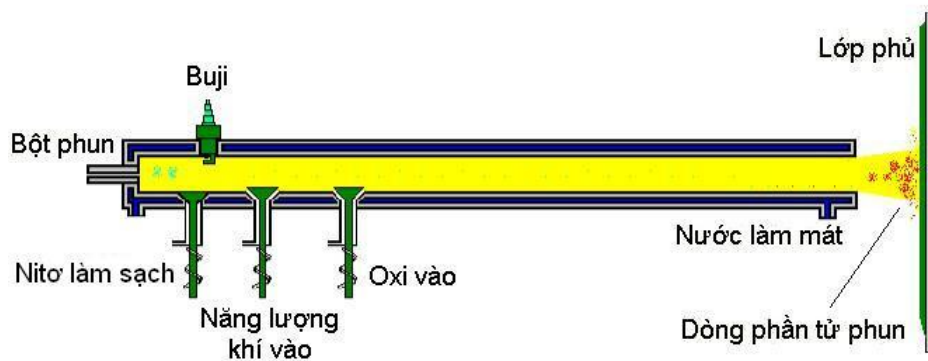
3.2.4.1. Khái niệm

Phun nổ là phương pháp kích nổ bằng khí, nguồn nhiệt tạo ra do kích nổ có công suất nhiệt cao và vận tốc phần tử lớn (800 – 1300 m/s). Công suất nhiệt cao và áp suất lớn sẽ làm nóng chảy và phân tán vật liệu tạo thành dòng phần tử phun



3.2.4.2. Nguyên lý và thiết bị

a. Nguyên lý



Hình 3.10. Nguyên lý công nghệ phun nổ

Trong buồng cháy một lượng hỗn hợp khí (năng lượng và oxi) sẽ được nạp qua hệ thống nạp. Nhờ tác động của bộ phận phóng điện (bujơ), hỗn hợp khí sẽ cháy, kết quả là xuất hiện sóng nhiệt tạo ra va chạm và sóng nổ, trong kênh sóng nổ lan truyền gây ra sự cháy của hỗn hợp khí, đồng thời với sự nổ là việc cấp vật liệu phủ (dạng bột) vào buồng nổ. Việc cung cấp bột có thể theo chiều trục và cũng có thể theo hướng kính (muốn đạt được chất lượng lớp phủ phải cung cấp bột đều đặn theo mặt cắt). Sau mỗi chu kỳ nổ, khí nén sẽ được cấp vào buồng phun để thổi làm sạch buồng phun. Tại miệng của đầu phun, ngọn lửa và dòng phần tử phun được tạo ra. Xung quanh đầu phun có hệ thống tuần hoàn nước làm mát bảo vệ đầu phun.

Buồng cháy là một hệ hở luôn mở. Các chu kỳ diễn ra liên tiếp nhau trong buồng.

Thời gian của chu kỳ: $CK = N_a + N_o + T$

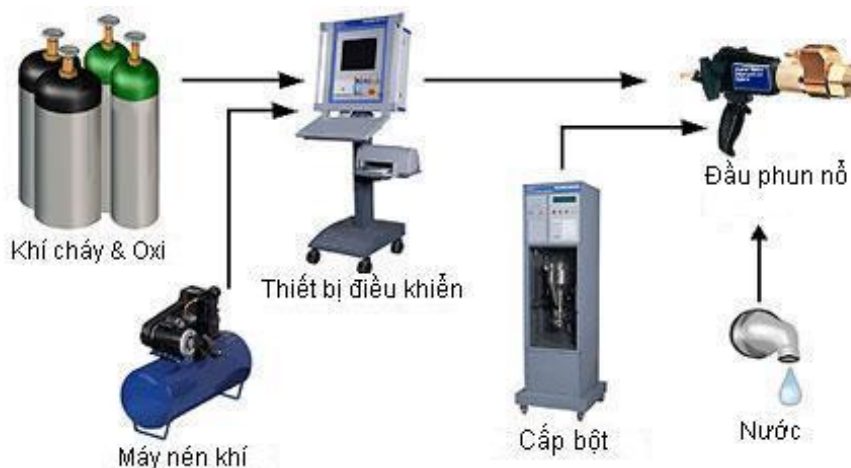
Trong đó: N_a – Thời gian nạp hỗn hợp khí và bột kim loại

N_o – Thời gian tạo ra nổ

T - Thời gian thổi buồng đốt

Các chu trình được tạo ra liên tiếp nhau tạo thành chu trình phun.

b. Thiết bị phun nổ



H 3.11. Thiết bị phun nổ

3.2.4.3. Ưu nhược điểm của phương pháp

Ưu điểm

Tạo ra lớp phủ có độ bền cao, có thể phủ cho các chi tiết có $T_n \leq 473 \text{ }^0\text{K}$, năng suất tương đối cao, dùng được nhiều loại bột kim loại

Nhược điểm:

Động bụi ở phần dưới của đầu phun; tiếng ồn lớn; không phủ được sản phẩm có độ cứng > 60HRC; khó khăn trong việc dùng bột kim loại có khối lượng riêng nhỏ, không có khả năng phủ bề mặt lỗ nhỏ; sản phẩm nổ (CO_2 , CO , H_2O , H_2 , O_2 , H , O , N dễ phản ứng với vật liệu phủ làm xấu tính chất của lớp phủ; dễ gây biến dạng hoặc phá hủy chi tiết, nhất là trong trường hợp chi tiết không đủ độ cứng vững (do sóng nổ)

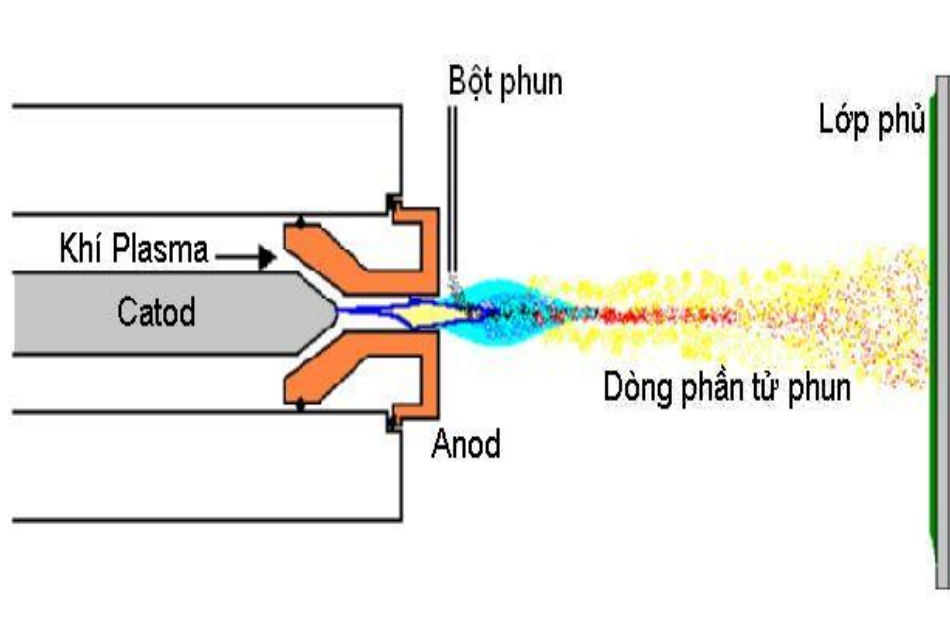
3.2.5. Phun Plasma

3.2.5.1. Khái niệm

Công nghệ phun plasma sử dụng nhiệt của dòng plasma để nung nóng vật liệu. Plasma là chất khí ở trạng thái các nguyên tử và phân tử bị ion hoá, thực chất là hồ quang kéo dài. Mặc dù công nghệ này có công suất nhiệt lớn nhưng hệ số hiệu dụng của phương pháp chỉ đạt $0,5 \div 0,65$. Hệ số hiệu suất nung nóng phần tử khí chỉ đạt $0,01 \div 0,1$

3.2.5.2. Nguyên lý và thiết bị

a. Nguyên lý



H 3.12 . Nguyên lý công nghệ phun plasma

- Cơ chế hình thành: ban đầu một số electron phát ra từ vùng hẹp nóng chảy trên miệng ống catod. Các electron vừa hình thành được gia tốc trong điện trường ion hoá tiếp các phân tử khí tạo thành plasma trải rộng dần trên bề mặt catod.

- Cơ chế phát triển:

+ Khí plasma chuyển động tới vùng anod (đang có hiện tượng phóng điện) sẽ xuất hiện hồ quang điện, hồ quang này là hồ quang sơ cấp. Dưới tác dụng của hồ quang điện, một số nguyên tử khí và một số nguyên tử kim loại bị ion hoá tạo thành plasma.

+ Một số điện tử bị giữ lại ở anod và hỗn hợp plasma tiếp tục chuyển động, vì bị mất một số electron nên plasma trở nên giàu ion dương và do vậy lớp phủ sẽ trở thành anod thứ cấp. Hồ quang sinh ra giữa catod thứ cấp và anod thứ cấp gọi là hồ quang thứ cấp. Nhờ có hồ quang thứ cấp mà ngọn lửa plasma kéo dài ra, có tác dụng vừa nung nóng bột vừa nung nóng chi tiết do đó quá trình xảy ra nhanh, chất lượng lớp phủ tốt.

b. Thiết bị

• Hệ hở (APS)



H 3.13 . Thiết bị phun plasma hệ hở

• Hệ kín (VPSS, LPP S, LVPS)



H 3.14. Thiết bị phun plasma hệ kín

3.2.5.3. Ưu nhược điểm của phương pháp

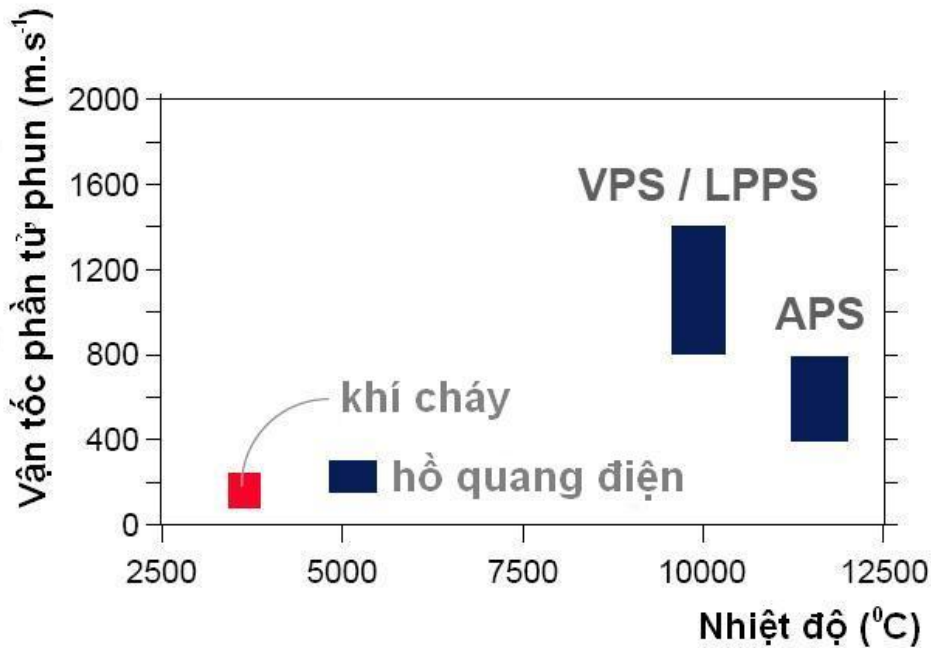
Ưu điểm:

- Năng suất cao (2 ÷ 8)kg/h với công suất (20 ÷ 60)kW và năng suất (50 ÷ 80)kg/h với công suất (150 ÷ 200)kW.
- Vật liệu phủ đa dạng và có nhiệt độ nóng chảy khác nhau.
- Tạo ra lớp phủ có chất lượng cao

Nhược điểm:

Hệ số hiệu dụng năng lượng rất thấp, lớp phủ còn tồn tại độ xốp, độ bám dính chưa cao, tiếng ồn lớn

3.2.5.4 Nhiệt độ và vận tốc phần tử phun



H 3.15. Nhiệt độ và vận tốc phần tử phun của các công nghệ

Nhiệt độ và vận tốc phần tử phun là đặc trưng riêng của từng công nghệ. Thường thì nhiệt độ và vận tốc phần tử phun càng cao thì chất lượng lớp phủ càng cao. Tuy nhiên, tùy theo vật liệu phun và vật liệu nền mà ta chọn công nghệ phun thích hợp để đảm bảo chất lượng phủ nhưng vẫn kinh tế.

3.3. Sự hình thành và cấu trúc của lớp phủ kim loại

Như khái niệm nêu ở phần trên: phun kim loại được tiến hành trên các đầu phun (pistole) dưới tác dụng nung nóng chảy kim loại (dây phun) của hồ quang điện và ngọn lửa khí cháy, kim loại nóng được dòng khí nén thổi làm phân tán kim loại lỏng thành các lớp sương mù, kim loại rất nhỏ và được bắn lên bề mặt chi tiết đã được làm sạch, tạo nên một lớp phủ dày, trong đó các phần tử kim loại đè lên nhau theo theo từng lớp. Trên cơ sở các hiện tượng lý hóa xảy ra trong quá trình phun kim loại, sự hình thành lớp phủ rất phức tạp và vấn đề này có rất nhiều quan điểm. Ở đây chỉ nêu một số quan điểm chính về sự hình thành lớp phủ bằng phun kim loại.

3.3.1. Những quan điểm lý thuyết về sự hình thành lớp phun phủ

Phun kim loại được biết từ lâu và từ đó đến nay đã xuất hiện nhiều công trình nghiên cứu khác nhau về việc giải thích sự hình thành và tính chất lớp phủ, có thể chia ra thành các quan điểm lý thuyết như sau.

- Lý thuyết của Pospisil-Sehyl.
- Lý thuyết của Schoop.
- Lý thuyết của Karg, Katsch và Reininger.

1/ Lý thuyết của Pospisil - Sehyl

Lý thuyết này đã kết luận: lớp phủ kim loại xuất hiện do các giọt kim loại lỏng bị phun bằng một dòng khí nén với tốc độ rất cao (khoảng 200m/s). Các giọt này bị phá vỡ thành rất nhiều hạt nhỏ, dạng của hạt đặc trưng bởi kim loại của nó. Theo bản chất có thể chia kim loại thành hai nhóm.:

- Các kim loại mà oxit của nó khi phun ở thể lỏng thì luôn tạo thành các hạt có dạng hình cầu.

- Các kim loại mà oxit của nó khi phun ở thể rắn (nhôm, kẽm) sẽ tạo thành những hạt có dạng không đồng đều (đa cạnh).

Dạng của các hạt này khi bay hoàn toàn không thay đổi mà chủ yếu chỉ xảy ra sự oxy hoá. Sự oxy hoá kim loại thực chất bắt đầu xảy ra từ quá trình làm chảy dây phun và trong thời điểm tạo ra các hạt nhỏ thì một phần lớn các oxit sinh ra trong quá trình bay của các hạt. Nghĩa là khi các giọt kim loại lỏng bắt đầu tách thành các hạt nhỏ thì bề mặt của các hạt cũng bắt đầu tăng lớp oxit. Số lượng oxit nhiều hay ít là nhân tố chính ảnh hưởng đến chất lượng của lớp phủ.

Thực nghiệm rất khó xác định quá trình va đập của các hạt, vì quá trình này xảy ra trong một thời gian rất ngắn mà trong thời gian đó quá trình này có ảnh hưởng rất lớn tới tốc độ bám của các phân tử với kim loại nền.

Từ các thực nghiệm tác giả lý thuyết này tính toán và kết luận: các phân tử kim loại trong thời điểm va đập trên bề mặt phun là ở thể lỏng.

2/ Lý thuyết của Schoop

Tác giả khẳng định rằng năng lượng động năng của các hạt kim loại khi bay được cung cấp bằng dòng khí nén nên khi va đập lên bề mặt bị phun thực tế có sự thay đổi nhiệt. Thực nghiệm đã xác định rằng những hạt kim loại khi rời khỏi miệng phun bắt đầu bị nguội và đông đặc rất nhanh do tác dụng của dòng khí nén. Trong thời điểm va đập chúng sẽ có sự biến dạng dẻo, do vậy chúng liên kết với nhau thành những lớp liên kết.

Tác giả đã cố gắng chứng minh rằng các phân tử kim loại lỏng khi phun luôn luôn nguội dần. Trong một khoảng cách rất ngắn từ đầu vòi phun, sự giữ nhiệt trong các dòng tia kim loại là tương đối thấp (còn khoảng $50 \div 100^{\circ}\text{C}$). Do vậy tác giả đã kết luận cho lý thuyết của mình có thể phủ được cả những vật liệu dễ cháy mà không xảy ra sự cháy.

3/ Lý thuyết của Karg

Lý thuyết này cũng cho rằng những hạt kim loại bị nguội và đông đặc là do tác dụng của nguồn năng lượng động năng của khí nén. Mặt khác, trong quá trình đi từ vòi phun các hạt đã ở trạng thái nguội như vậy sẽ không xảy ra sự biến dạng dẻo.

4/ Lý thuyết của Schenk

Tác giả của lý thuyết này đã kể luận: nhiệt độ của các hạt phun phải ở trên nhiệt độ chảy lỏng để xảy ra sự hàn chặt chúng với nhau, có nghĩa là ở thời điểm va đập trên bề mặt bị phun, kim loại lớp bề mặt của kim loại nền bị phun sẽ bị đốt nóng đến nhiệt độ chảy để xảy ra sự hàn gắn giữa các phần tử với kim loại cơ sở, nhưng thực tế không đúng như vậy

3.3.2 Cơ cấu hình thành lớp phủ

Trên cơ sở phân tích các lý thuyết trên, cơ cấu hình thành lớp phủ có thể mô tả như sau:

Trong pha đầu của quá trình phun kim loại được đặc trưng bằng sự chảy của kim loại phun. Trong pha thứ hai là sự tách các giọt kim loại, tiếp đó là quá trình bay và va đập của các hạt kim loại trên bề mặt đã được chuẩn bị và cuối cùng là sự hình thành lớp phun kim loại bằng mối liên kết của chúng với bề mặt kim loại nền.

1/ Quá trình chảy và sự phân tán kim loại phun

Khi phun, kim loại bị nung nóng đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ chảy của chúng tạo thành giọt kim loại lỏng. Giữa kim loại lỏng và môi trường khí xảy ra quá trình khuếch tán và sự tác dụng hoá lý với nhau như ứng suất bề mặt, nội năng, nhiệt độ và hệ số dẫn nhiệt, khả năng co rút gây ảnh hưởng đến cấu trúc bên trong và các tính chất khác của giọt kim loại lỏng. Trong quá trình chảy cũng xảy ra sự đốt cháy một số thành phần hóa học trong kim loại lỏng.

Sự lớn lên của một số lượng kim loại lỏng chảy tồn tại cho đến khi lực động học của dòng không khí nén lớn hơn ứng suất bề mặt kim loại lỏng sẽ làm tách các giọt kim loại. Giọt kim loại dưới áp lực của dòng khí nén sẽ bị phân tán thành rất nhiều hạt nhỏ, những hạt này sẽ tạo nên những tia phun kim loại.

Toàn bộ quá trình chảy và phân tán các hạt xảy ra rất nhanh. Sự phân tán chỉ kéo dài khoảng $1/10.000 \div 1/100.000$ s và sau mỗi giây tạo ra khoảng 7000 hạt kim loại. Dạng của các hạt xuất hiện từ sự phân tách giọt kim loại phụ thuộc vào loại kim loại. Điều này có thể giải thích là do trong hạt, ngoài kim loại còn có phần trăm tỷ lệ nhất định các oxit, các oxit này có thể chia làm hai loại:

- Loại lỏng bao xung quanh hạt và hạt có dạng hình cầu.
- Loại đặc bị đông đặc rất nhanh và làm tạo nên hạt có dạng đa cạnh.

2/ Quá trình bay của các hạt

Toàn bộ quá trình bay của các hạt, từ lúc bị phân tách từ giọt kim loại đến khi va đập trên bề mặt phun kim loại xảy ra rất ngắn, khoảng $0,002 \div 0,008$ s. Trong quá trình bay của hạt chủ yếu chỉ xảy ra sự oxy hoá, do vậy các phần tử phun kim loại bị bao bởi bằng một lớp oxit, lớp này sẽ lớn lên theo khoảng cách bay.

Các hạt kim loại chảy lỏng di động trong dòng không khí nên có tốc độ rất lớn. Ngoài ra các phần tử còn bị ảnh hưởng của rất nhiều nhân tố, biểu thị ở những phản ứng không đồng nhất. Khi phun kim loại chúng ta phải tính toán đến các vấn đề:

- Các hạt kim loại tách ra ở trạng thái lỏng hay trạng thái đã đặc sệt
- Các phần tử phun luôn bị thay đổi tốc độ bay trong trường gia tốc
- Các hạt luôn phản ứng với môi trường xung quanh chứa oxy, nitơ, hơi nước và các thành phần hoá học khác
- Khả năng hoà tan của khí phụ thuộc vào nhiệt độ cũng như áp lực riêng của khí.

3/ Sự hình thành lớp phủ bằng kim loại

Quá trình tạo thành lớp phủ kim loại tương đối phức tạp. Trên cơ sở kết quả của những thí nghiệm và tính toán, người ta đã xác định rằng: *các phần tử kim loại trong thời điểm va đập lên bề mặt phun ở trạng thái lỏng và bị biến dạng rất lớn.*

Để hiểu sự hình thành lớp phủ cần phải chú ý các hiện tượng xảy ra khi va đập của các phần tử lên bề mặt (vật liệu nền) kim loại cần được phun phủ.

• *Vấn đề thứ nhất:* là năng lượng động năng của các phần tử va đập lên bề mặt phun gây ra lực tác động và biến dạng rất nhanh, mạnh. Năng lượng động năng này được xác định bằng tốc độ của các phần tử và khối lượng của chúng.

$$E_K = \frac{1}{2} m.v^2 \quad (3.1)$$

Bởi vậy, các phần tử có tốc độ khác nhau sẽ có năng lượng động năng khác nhau (khi chúng có cùng một tốc độ). Tốc độ bay của các phần tử là một nhân tố cho việc xác định sự biến dạng của các phần tử. Amold tính toán tốc độ cần thiết cho một vài kim loại khi va đập lên bề mặt chi tiết phun:

$$\frac{m.v^2}{2 \cdot 427} = C(t_2 - t_1) + S \quad (3.2)$$

Trong đó: m – khối lượng của phần tử phun (g), $m = \frac{G}{g}$. Khi $G = 1$ thì tốc độ cần thiết cho việc tan vỡ khi va đập:

$$v = 91\sqrt{C(t_2 - t_1) + S}.$$

v – tốc độ của các phần tử khi va đập (m/s)

C – tỷ nhiệt ($\text{cal.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$)

t_1 – nhiệt độ của phần tử kim loại trong thời điểm va đập trên bề mặt chi tiết ($^{\circ}\text{C}$)

t_2 – nhiệt độ chảy của các phần tử kim loại ($^{\circ}\text{C}$)

S – ẩn nhiệt (cal)

• Vấn đề thứ hai: là cần quan tâm để xác định sự biến dạng của các phần tử, đó là khả năng biến dạng của các phần tử. Lớp vỏ oxit trên các phần tử có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất này. Điều cần khẳng định rằng: trong thời điểm va đập lớp oxit là lỏng thì trong trường hợp này không thể giữ được sự biến dạng của các phần tử và ngược lại ở các phần tử có lớp oxit vỏ cứng thì khả năng biến dạng của nó chủ yếu xác định bằng lớp vỏ bọc này.

Khả năng biến dạng của các phần tử thép với lớp màng bọc oxit ở trạng thái lỏng phụ thuộc vào sự biến dạng của các phần tử trước, đồng thời nó không kết thúc ngay mà còn xảy ra sự biến dạng tiếp theo do sự tác dụng của các phần tử sau. Sự biến dạng của các phần tử xảy ra rất nhanh. Bởi vậy, khi các phần tử sau va đập lên các phần tử trước khi các phần tử này vẫn đang còn ở trạng thái lỏng hoặc sệt, giữa chúng dễ dàng xảy ra sự liên kết kim loại với nhau.

3.3.3 Cấu trúc của lớp phủ kim loại

Lớp phủ bằng kim loại có tính chất và thành phần khác hẳn với vật liệu ban đầu.

- Đặc trưng cơ sở của cấu trúc là những tấm kim loại với kích thước từ 0,1 ÷ 0,2 mm và chiều dày là 0,005 ÷ 0,01 mm. Các phần tử này có độ biến dạng khác nhau và phân cách nhau bằng một lớp ôxyt mỏng với chiều dày 0,001 mm.

- Cấu trúc của lớp kim loại phủ có đặc trưng của cấu trúc bị nguội lạnh đột ngột. Với lớp thép C (% C cao) thường có cấu trúc mactenxit cho đến bainit. Ngoài ra lớp phủ còn chứa những phần tử nhỏ không biến dạng, những phần tử này khi va đập đến bề mặt nền đã ở trạng thái rắn.

- Sự nguội lạnh của các phần tử xảy ra rất nhanh và bị tác dụng bởi tốc độ nguội lạnh rất lớn, nên trong cấu trúc, ngoài dung dịch đặc Fe – C còn có dung dịch đặc Fe – ôxyt, do vậy khi đông đặc xuất hiện trong mạng những trung tâm lệch mạng, ảnh hưởng đến độ bám lớp phủ.

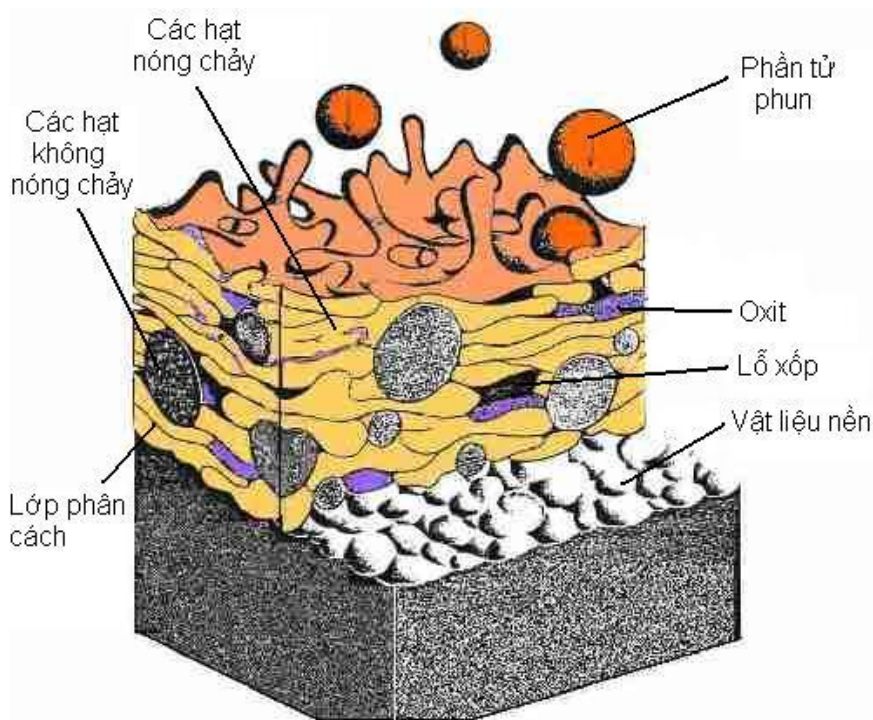
- Trong lớp phủ có hai loại ôxyt: Loại ôxyt được hình thành riêng biệt thường coi là bất lợi, làm xấu tính chất cơ học của lớp phủ. Loại khác bao bọc xung quanh các phần tử kim loại biến dạng làm nhiệm vụ liên kết các phần tử kim loại riêng biệt.

- Thành phần hóa học của lớp phủ kim loại cũng khác với thành phần của vật liệu phủ ban đầu, thường thành phần hóa học ở lớp phủ giảm đi, đặc biệt là các nguyên tố hợp kim.

Bảng so sánh thành phần hóa học của lớp phủ thép với dây phun

Vật liệu	%C	%Mn	%Si	%S
----------	----	-----	-----	----

Dây phun	0,47	0,65	0,33	0,033
Lớp phủ	0,31	0,25	0,15	0,24



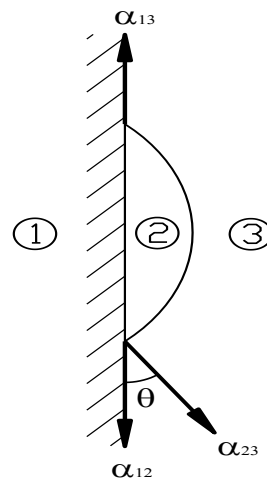
3.4 Độ bám dính và tính chất của lớp phủ kim loại

3.4.1 Các lực liên kết giữa lớp phủ và nền

Vấn đề độ bám lớp phủ bằng phun kim loại với vật liệu nền đến nay nhiều nhà khoa học còn phải chú ý một cách đáng kể. Những nhận thức lý thuyết về độ bám lớp phủ có thể tóm tắt gồm các vấn đề sau:

1/ Lực dính bám của hạt kim loại lỏng lên bề mặt các chất rắn

- α_{12} – Lực căng giữa giọt lỏng và chất rắn
- α_{23} – Lực căng giữa giọt lỏng và không khí
- α_{13} – Lực căng giữa chất rắn và không khí
- θ - Góc căng giữa giọt lỏng và chất rắn



H 3.16. Sự dính bám của giọt lỏng trên vật rắn
1- Chất rắn; 2- Chất lỏng; 3- Không khí

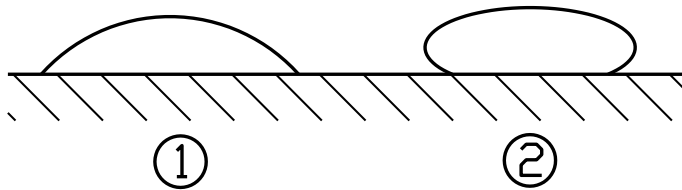
Giả thiết hạt phun khí va đập vào bề mặt chi tiết có lớp vỏ ôxit đang ở trạng thái lỏng, lúc đó sẽ có hiện tượng dính bám của một giọt lỏng lên bề mặt của chất rắn dựa vào lực căng bề mặt của giọt lỏng đó và môi trường xung quanh nó.

Nếu gọi:

Đề cho giọt lỏng giữ lại ở trạng thái cân bằng thì:

$$\begin{aligned} \alpha_{13} &= \alpha_{12} + \alpha_{23} \cdot \cos \theta \\ \Rightarrow \cos \theta &= \frac{\alpha_{13} - \alpha_{12}}{\alpha_{23}} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Góc θ phụ thuộc vào bản chất của ba thể, nó thay đổi theo trạng thái và độ sạch của bề mặt. Nếu góc căng của thể rắn và thể khí lớn hơn so với thể lỏng thì góc $0 < \theta < 90^\circ$



H4.2. Hình dáng giọt lỏng

1- Dạng cụp vào; 2- Dạng cong

- Khi $\cos \theta > 0$ giọt lỏng có dạng cụp vào (H1), khi đó giọt lỏng dính ướt bề mặt chất rắn.

- Khi $\cos \theta < 0$ tức là $\alpha_{13} > \alpha_{12}$ (tức góc θ là tù), giọt lỏng có dạng cong ra (H2). Trường hợp này giọt lỏng không dính ướt bề mặt chất rắn. Vì $\cos \theta$ không lớn, ta có:

$$|\alpha_{13} - \alpha_{12}| \leq \alpha_{23} \quad (4.2)$$

Đây là điều kiện dính ướt đối với bề mặt nhẵn.

Với bề mặt đã được làm nhám thì phương trình (4-1) có tính đến hệ số K. Hệ số này là tỷ lệ giữa diện tích mặt nhám và diện tích bề mặt nhẵn.

$$K = \frac{S_n}{S_p} \quad (4.3)$$

Trong đó: S_n – diện tích mặt nhám

S_p – diện tích mặt nhẵn

Từ công thức (4-1) ta có:

$$K \cdot \alpha_{13} = K \cdot \alpha_{12} + \alpha_{23} \cdot \cos \theta \quad (4.4)$$

Khi đó θ có giá trị là θ_1 .

$$\begin{aligned} K \cdot \alpha_{13} &= K \cdot \alpha_{12} + \alpha_{23} \cdot \cos \theta_1 \\ \Rightarrow K \cdot (\alpha_{13} - \alpha_{12}) &= \alpha_{23} \cdot \cos \theta_1 \end{aligned} \quad (4.5)$$

Và từ (4-1) ta có:

$$\begin{aligned} \alpha_{13} - \alpha_{12} &= \alpha_{23} \cdot \cos \theta \\ \Rightarrow \alpha_{23} \cdot \cos \theta &= \frac{\alpha_{23} \cdot \cos \theta_1}{K} \end{aligned} \quad (4.6)$$

Hoặc: $\cos \theta_1 = \cos \theta \cdot K$

Khi $K < 1$ thì $\theta_1 > \theta$ dính ướt kém hơn

Khi $K > 1$ thì $\theta_1 < \theta$ dính ướt tốt hơn

Do làm nhám nên diện tích dính ướt tăng lên K lần, do đó K luôn luôn lớn hơn 1 và góc θ nhỏ hơn nên tạo điều kiện dính bám tốt hơn.

2/ Lực VanderWalls

Khi một phân tử hay một nguyên tử va vào bề mặt kim loại, giữa chúng có lực liên kết phân tử VanderWalls. Lực này do tác dụng tương hỗ giữa hai mô men lưỡng cực của hai nguyên tử hay phân tử. Khi trọng tâm điện tích của điện tử không trùng với tâm điện tích của hạt nhân nguyên tử thì lúc đó nguyên tử thành một mô men lưỡng cực. Giá trị và hướng của mô men thay đổi theo thời gian và giá trị trung bình theo thời gian bằng không.

Nếu một phân tử hay nguyên tử có mô men lưỡng cực rơi vào trường của nguyên tử khác cũng có mô men lưỡng cực thì giữa chúng có lực tác dụng. Theo Debai thì năng lượng trao đổi giữa chúng là :

$$E_w = -\frac{2}{3} \cdot \frac{\mu_{12} \cdot \mu_{22}}{r^6} \cdot \frac{1}{KT} \quad (4.7)$$

Trong đó: μ_{12}, μ_{22} – mô men lưỡng cực

r – khoảng cách giữa hai nguyên tử

T – nhiệt độ

Nhưng khi nguyên tử hay phân tử tác dụng với bề mặt kim loại thì năng lượng trao đổi rất khó xác định bởi các nguyên tử kim loại nằm trong mạng liên kết với các nguyên tử khác.

Dzon coi kim loại như một vật phân cực hoàn toàn, đã tính năng lượng trao đổi theo phương pháp cổ điển của các lực tĩnh điện là:

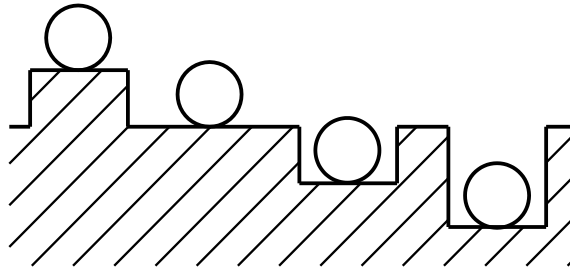
$$E_1 = \frac{m_e \cdot C \cdot X}{2 \cdot N_a \cdot r^3} \quad (4.8)$$

Trong đó: m_e – khối lượng điện tử

C – tốc độ ánh sáng

X – hệ số hấp thụ khí

N_a – số Avogadro



H 3.17 . Quan hệ giữa độ

Công thức tính năng lượng trao đổi trên ứng với bề mặt kim loại đồng nhất. Nhưng thực tế cho thấy lực liên kết của những nguyên tử nằm ở chỗ lõm cao hơn so với các nguyên tử nằm trên bề mặt, những nguyên tử nằm ở những hố sâu lực liên kết còn cao hơn so với các nguyên tử nằm ở chỗ lõm, đặc biệt lực liên kết ở các đỉnh nhấp nhô là thấp nhất. Điều này có thể giải thích là các nguyên tử nằm ở chỗ lõm liên kết với nhiều nguyên tử nằm trong mạng tinh thể hơn, nên liên kết lớn hơn.

3/ Lực liên kết do ảnh hưởng của lớp điện tích kép

Trong quá trình chuyển động nhiệt các điện tử dẫn điện có thể chuyển động vượt ra khỏi ranh giới của bề mặt và tạo thành một lớp mây điện tử ở bề mặt kim loại. Giữa lớp mây điện tử và các nguyên tử tạo thành một lớp điện tích kép, một cực là mây điện tử, cực kia là các nguyên tử ở bề mặt. Khi có hai kim loại tiếp xúc với nhau thì do sự chênh lệch điện thế ở hai bề mặt, giữa chúng có lực điện tác dụng, lực đó được tính theo công thức:

$$F = 2 \cdot \pi \cdot \sigma^2 \cdot S \quad (4.9)$$

Trong đó: σ - điện tích riêng trên một diện tích của một lớp mây điện tử

S – diện tích tiếp xúc, diện tích này phụ thuộc vào lực làm cho hạt kim loại bẹt lại ở vùng tiếp xúc.

Lực này phụ thuộc nhiều vào bản chất của kim loại, các yếu tố của bề mặt kim loại tiếp xúc.

4. Liên kết kim loại

Khi hai kim loại tiếp xúc với nhau thì nguyên tử của kim loại này dưới ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt động khuếch tán vào mạng của kim loại kia tạo thành những vùng chuyển tiếp - đó là dung dịch rắn của cả hai kim loại. Khi đó ta nói giữa chúng có mối liên kết kim loại. Mối liên kết này phụ thuộc vào nhiệt độ tiếp xúc và trạng thái bề mặt của kim loại.

Bằng các công trình thực nghiệm các nhà nghiên cứu đã bổ sung những nhận thức về độ dính bám của lớp phun phủ với kim loại nền bằng các hình thức sau:

- Bằng sự khuếch tán của hai kim loại với nhau (kể cả khuếch tán tế vi)

- Bằng sự hàn hoặc hàn tế vi với nhau

- Bằng sự liên kết của các phản ứng hóa học

- Bằng lực của sự co rút kim loại khi kết tinh

- Bằng độ bám cơ học

Độ bám cơ học được biểu thị như một sự giữ chặt các phân tử phun đập vào những vị trí nhấp nhô của mặt kim loại nền. Độ bám này là một nhân tố quan trọng đối với toàn bộ độ bám của lớp phủ.

Trong trường hợp nếu xét đến khuynh hướng sạch hoàn toàn của lớp bề mặt trước khi phun phủ ta thấy rằng: bề mặt không làm sạch các bụi kim loại, các oxit, các bụi bẩn khác hoặc độ nhấp nhô khác nhau ... có thể dẫn đến sự liên kết cũng khác nhau bằng lực liên kết hoá học hoặc cơ học.

Trong những điều kiện phun thích hợp và hình thái không gian thích hợp, ở một vài kim loại có thể đạt tới sự hàn ở từng điểm giữa kim loại nền và các phân tử phụ.

Khi nghiên cứu độ bám của lớp phủ kim loại và kim loại nền bằng cách phun N.N.Rykalin đã chứng minh rằng ở từng vùng của bề mặt có thể chia làm ba giai đoạn sau:

Tạo nên một mặt tiếp xúc, nghĩa là tạo nên sự dịch gần nhau của các nguyên tử kim loại đến một khoảng cách đủ để có sự tác dụng hoá học.

Hoạt tính và sự tác dụng hoá học của các nguyên tử kim loại gần nhau sẽ đưa đến hình thành mối liên kết hoá học bền vững.

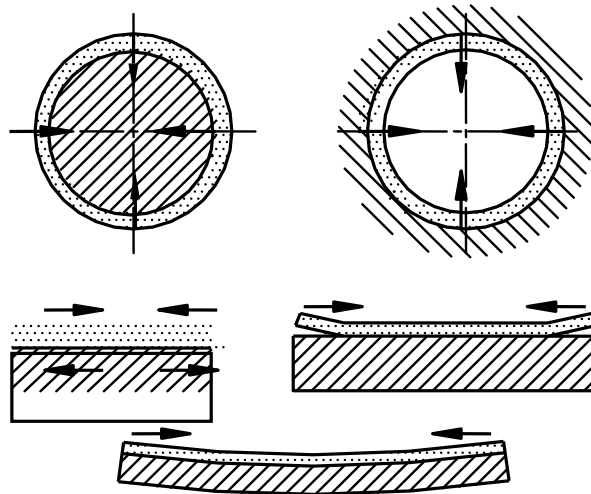
Các quá trình phục hồi (kết tinh lại, khuếch tán tạo pha mới ...) xảy ra tiếp theo có thể nâng cao hoặc làm giảm sức bền của mối liên kết.

Trong hai giai đoạn đầu biểu hiện sự biến đổi bề mặt, giai đoạn ba biểu thị sự thay đổi tính chất bên trong. Để tạo được liên kết bền vững giữa lớp phủ và vật liệu được phủ cần thiết phải thực hiện tốt hai giai đoạn đầu còn sự khuếch tán không nhất thiết phải thực hiện ở giai đoạn ba. Giai đoạn này thường cho kết quả khi gia công nung nóng ở nhiệt độ cao (hoặc ủ sau khi phun).

3.4.2 Những yếu tố ảnh hưởng đến độ bám dính của lớp phủ

1/ Ảnh hưởng của lực co rút

Lực từ sự co rút của kim loại có ảnh hưởng đáng kể đến độ bám dính của lớp phủ. Những phân tử kim loại sau khi va đập lên bề mặt cơ sở sẽ nguội dần theo thời gian và trong lớp phủ xuất hiện ứng suất do sự co rút của kim loại phủ. ứng suất này có thể làm tăng độ dính bám của lớp phủ, ngược lại cũng có thể làm giảm sự liên kết của lớp phủ với kim loại nền.



H 3.18. Quan hệ giữa độ bám và độ nhấp nhô bề mặt

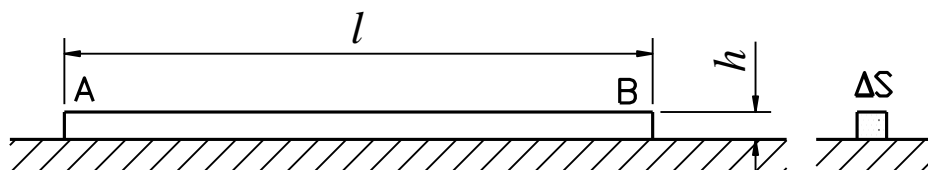
- Khi phun những bề mặt hình trụ ngoài (VD các trục) lực sinh ra do sự co rút của lớp phủ là các nội lực nên rất yếu, do vậy, ảnh hưởng của chúng không đáng kể. Tuy nhiên, khi phun với lớp dày và kim loại có độ co rút lớn (VD thép 0,1%C) thì ảnh hưởng của nội lực có thể dẫn đến sự nứt dọc trên lớp phủ.

- Khi phun lên các bề mặt trụ trong nội lực sinh ra do sự co rút có ảnh hưởng xấu đến độ bám lớp phủ. Trường hợp này sự co rút tác dụng theo hướng tâm, gây nên sự tách rời lớp phủ với lớp bề mặt cơ sở.

Để khắc phục những điểm trên, có nhiều biện pháp: chi tiết phải được nung nóng sơ bộ, làm nguội lớp phủ từ từ hoặc phun với các lớp phủ mỏng $0,05 \div 0,1\text{mm}$ và ứng với mỗi lớp phải được làm nguội chậm.

- Khi phun lên các bề mặt phẳng, ứng suất sinh ra do sự co rút kim loại lớp phủ có thể dẫn đến sự biến dạng lớp phủ, kim loại nền (tấm mỏng thường bị cong vênh), làm bong, tróc lớp phủ.

Ta xét một phần tử nhỏ lớp phủ AB có chiều dài l , chiều cao h với diện tích tiết diện ΔS . Có thể coi đó là một thanh được gắn trên đường thẳng AB.



H 3.19. Quan hệ giữa độ bám và độ nhấp nhô bề mặt

Giả thiết nhiệt độ của phần tử trong thì gian va đập là t_2 , nhiệt độ của môi trường xung quanh là t_3 , ứng suất sinh ra trong lớp phủ:

$$\sigma = \alpha_l(t_2 - t_3)E \quad (\text{N/m}^2) \quad (4.10)$$

Trong đó: α_t – hệ số giãn nở nhiệt của kim loại 1/grad)

E – mô đun đàn hồi của kim loại phủ (N/m^2)

Vì lớp phủ có chiều dày nhỏ hơn nhiều so với mặt đáy cho nên ta có thể bỏ qua sự biến dạng tiếp theo khác. Do vậy, sẽ co ngấn lớp phủ khi làm nguội:

$$\Delta l = \alpha_t \cdot l \cdot (t_2 - t_3) \quad (4.11)$$

Do có sự co ngấn Δl cho nên trong lớp phủ sẽ sinh ra ứng suất kéo:

$$\sigma = \frac{E \cdot \Delta l}{l} \quad (N/m^2) \quad (4.12)$$

Lực tách lớp phủ (theo các mép) khỏi bề mặt chi tiết:

$$P = \sigma \cdot \Delta S \quad (N) \quad (4.13)$$

Từ đó ta có:

$$P = \alpha_t (t_2 - t_3) \cdot E \cdot \Delta S \quad (N) \quad (4.14)$$

Từ phương trình này ta thấy sự tăng nhiệt độ của các phần tử trước lúc va chạm thì ứng lực có khuynh hướng làm tách lớp phủ ra khỏi nền cơ sở sẽ tăng lên.

2/ Ảnh hưởng của trạng thái bề mặt cơ sở (nền)

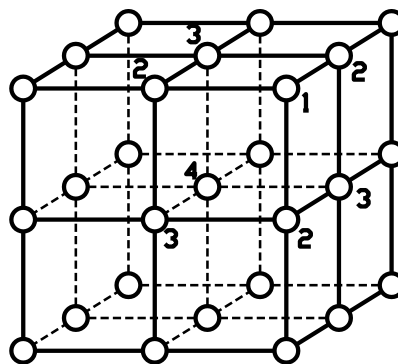
Khi nghiên cứu độ bám dính của lớp phủ kim loại với vật liệu nền cần thiết phải nói đến hoạt tính của bề mặt nền, hoạt tính này có ảnh hưởng lớn đến độ bám lớp phủ.

Hoạt tính của bề mặt được đánh giá bằng trạng thái vật lý và năng lượng. Nguyên tử trong kim loại ở trường hợp lý tưởng bố trí ở trong các mạng và dao động xung quanh vị trí của nó.

Nhưng nếu xét về vị trí của nó, các nguyên tử trên bề mặt khác với các nguyên tử bố trí ở phía trong. Hình dưới biểu thị sự bố trí nguyên tử trên bề mặt chúng có mức năng lượng khác nhau.

Nguyên tử 4 ở mặt cấu trúc không bị phá vỡ có mức năng lượng thoát lớn nhất.

Ngược lại, những nguyên tử ở trong những lớp không liên tục (nguyên tử 1) có giá trị năng lượng nhỏ nhất.



H 3.20. Sự bố trí nguyên tử trong mạng

Nguyên tử trên bề mặt liên kết với nhau có năng lượng thoát khỏi tăng khi tổng số các nguyên tử xung quanh giảm. Do sự không đồng đều về năng lượng làm xuất hiện ứng suất bề mặt, ứng suất này sinh ra có liên quan đến sự phát sinh, tồn tại ứng suất của các lớp xung quanh của mạng. Ngoài ra ta biết các nguyên tử bề mặt có những

đặc điểm khác với các nguyên tử bên trong, vì nó có môi tiếp xúc với các nguyên tử ngoại lai kể cả trong trường hợp là phân tử.

Do những đặc điểm của lớp bề mặt mà thấy rằng: năng lượng toàn bộ của tất cả các phân tử bề mặt sẽ tham gia vào trong các phản ứng với các nguyên tử ở trong các môi trường gần với bề mặt (như lớp phủ). Nguyên nhân là trên bề mặt kim loại cũng không đồng đều về năng lượng, những khu vực có năng lượng thấp và năng lượng cao sẽ sinh ra hiện tượng chênh lệch về năng lượng. Vùng năng lượng cao có hoạt tính cao hơn và tự phản ứng với môi trường. Sau đó, theo loại môi trường và tính chất lý hoá của vật liệu nên có thể sinh ra sự hấp thụ, sự dính và các phản ứng hoá học khác

Những vùng khác nhau về năng lượng không chỉ tạo ở trong cấu trúc vĩ mô mà còn ngay ở trong phạm vi nguyên tử. Năng lượng của một số nguyên tử trên tụ tập trên bề mặt có thể là cao và như vậy trong điều kiện nhất định sẽ rời khỏi bề mặt. Năng lượng cần thiết để tách một nguyên tử từ mạng của chúng được gọi là năng lượng thoát hay năng lượng hoạt tính tách rời của nguyên tử.

Sự biến động (biến dạng dẻo) của mạng có ảnh hưởng đến sự tăng hoạt tính bởi vì trong phạm vi mở rộng sự biến dạng dẻo sẽ tích lũy năng lượng điện năng. Những vùng giàu năng lượng điện năng thường ở trong những vùng trực tiếp của những vị trí khuyết của mạng tinh thể.

Các khuyết tật trong mạng có thể bao gồm:

- Khuyết tật điểm: Các vị trí rỗng trong mạng, các nguyên tử thay thế
- Khuyết tật đường (lệch mạng): Lệch mạng đường, lệch mạng xoắn
- Vị trí khuyết tật dạng mặt (theo 2 chiều): Bề mặt biên giới, biên giới hạt, biên giới của song tinh
- Vị trí khuyết tật theo kích thước ba chiều

- + Các lỗ xuất hiện do bên ngoài tác dụng ở gần bề mặt hoặc ở phía trong
- + Các khe hở tế vi, các lỗ xốp tế vi.

3/ Ảnh hưởng của chuẩn bị bề mặt

Từ những khái niệm về độ bám của lớp phủ kim loại hoặc phi kim loại đối với vật liệu nền thấy rằng: độ bám phụ thuộc vào hình dạng tế vi lớp bề mặt. Độ nhấp nhô này sẽ giữ chặt các phân tử kim loại, mặt khác độ bám phụ thuộc vào hình dạng hình học của bề mặt

Vậy chuẩn bị bề mặt là một nhân tố quyết định ảnh hưởng đến chất lượng của lớp phủ kim loại. Chuẩn bị bề mặt trước khi phủ chủ yếu là làm sạch và tạo nhấp nhô bề mặt. Có rất nhiều phương pháp chuẩn bị bề mặt:

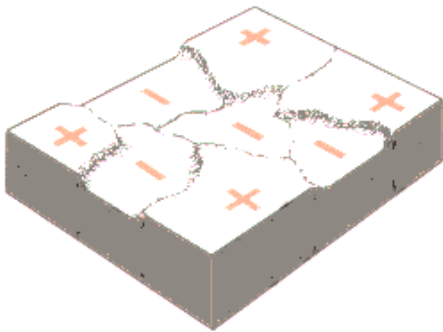
- Chuẩn bị bằng phương pháp ngâm: trên cơ sở cơ cấu tác dụng hoá học của ngâm sẽ dẫn đến nâng cao hoạt tính bề mặt, trong đó sự thay đổi hình dáng hình học chỉ

đóng vai trò thứ yếu. Trên bề mặt sẽ hình thành một lớp màng mỏng, lớp này có thể giữ được hoạt tính cao của bề mặt trong thời gian dài, hoạt tính này biểu hiện trong việc giảm công thoát ra khỏi bề mặt của các điện tử, tức là làm cho các điện tử dễ thoát ra ngoài hơn.

Hoạt tính là bản chất lý hoá cho nên trong một số trường hợp có ảnh hưởng đến độ bám của lớp phủ. Độ bám ở đây được tạo nên do tác dụng tương hỗ giữa các phân tử bằng lực liên kết VanderWalls.

- Chuẩn bị bề mặt bằng phương pháp cơ học như phun cát, phun bi: sẽ nâng cao được năng lượng điện trên bề mặt và cả lớp dưới bề mặt. Hoạt tính bề mặt sau khi chuẩn bị sẽ giảm dần theo thời gian vì do phản ứng của môi trường xung quanh hoặc do sự hấp thụ của môi trường làm giảm năng lượng tự do của bề mặt.

Đứng về quan điểm độ nhấp nhô tế vi của bề mặt thực tế cũng như lý thuyết đã chứng minh rằng: độ nhấp nhô rất nhỏ được tạo nên bằng cách ngâm vào hoá chất chỉ có thể dùng cho quá trình hoá lý nhất định nào đó (VD như dán kim loại ...), còn các hình thức như phun phủ kim loại phải tạo nên độ nhấp nhô bề mặt bằng phương pháp cơ học như gia công cơ học cắt gọt, phun cát, phun bi...



Từ những khái niệm trên, ta thấy rằng sự phụ thuộc nhất định giữa trạng thái bề mặt và hoạt tính bề mặt có ảnh hưởng đến độ bám của lớp phủ.

Xét về ảnh hưởng hình dạng tế vi bề mặt thấy rằng: Độ bám của lớp phủ kim loại phụ thuộc vào độ nhấp nhô của vật liệu nền,

đặc trưng bằng hình dạng hình học và độ lớn của bề mặt thực tế. Những kết quả thí nghiệm đã cho thấy độ bám của lớp phủ tăng cùng với sự tăng của độ nhấp nhô bề mặt, nhưng sự tăng đó chỉ đến một phạm vi giới hạn nhất định, giới hạn này tùy thuộc vào vật liệu phun và vật liệu nền.



- . Quan hệ giữa độ bám và độ nhấp nhô
- . Quan hệ giữa độ bám và độ nhấp nhô bề

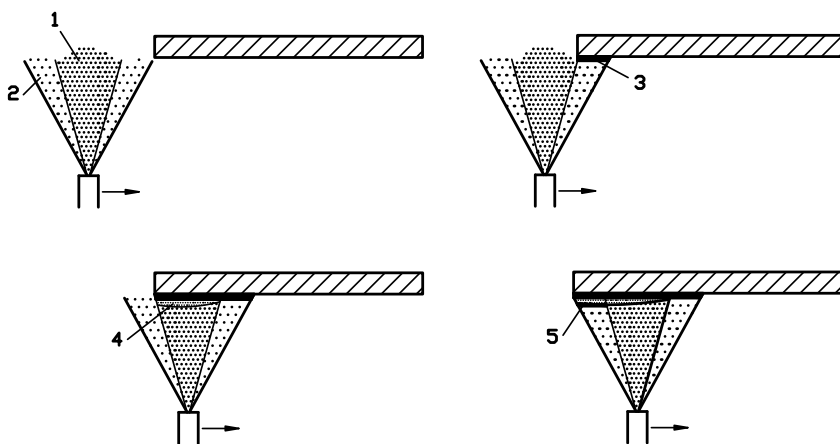
Hiệu quả sau khi chuẩn bị bề mặt bằng các phương pháp cơ học dẫn đến các kết quả:

- Tạo nên bề mặt có hoạt tính cao.
- Tạo nên độ nhấp nhô tế vi (Rz).
- Tạo nên biến dạng dẻo ($\Delta\varepsilon$) và độ biến cứng ($\Delta H/H$).
- Tạo mật độ lệch mạng ($\rho - \rho_0$).

4/ Ảnh hưởng của cấu trúc hình thành lớp phủ

Các phần tử kim loại trong chùm tia phun va đập trên bề mặt cơ sở dưới những góc độ khác nhau. Sự va đập thẳng góc được coi là lý tưởng chỉ xảy ra ở trung tâm của chùm tia. Còn các phần tử khác bên ngoài va đập lên bề mặt dưới một góc nhỏ hơn 90° . Điều đó cho thấy: trong tất cả các vị trí của chùm tia phun sẽ không đồng đều, nên cấu trúc của mỗi lớp xuất hiện trong tất cả các tiết diện cũng khác nhau.

Bổ sung thêm hình :



H 3.21. Sự hình thành cấu trúc lớp phủ

Khi dịch chuyển đầu phun từ trái sang phải trên bề mặt của chi tiết bắt đầu phủ bằng lớp của các phần tử biên (2), các phần tử này tạo ra lớp mỏng (3) (gọi là lớp trung gian). Đầu phun tiếp tục dịch chuyển vào chi tiết, các phần tử trung tâm (1) (vuông góc với đầu phun) sẽ phủ lên lớp trung gian (3) tạo ra lớp cơ sở (4) và đồng thời các phần tử biên ngoài (2) lại tạo ra lớp trung gian mới (5) giống như lớp trung gian trên bề mặt chi tiết (3). Chính các lớp trung gian làm giảm chất lượng của lớp phủ. Đối với các lớp phủ quan trọng, để tránh điều này ta có thể dùng các đồ gá tách các phần tử biên ra khỏi chùm tia phun.

Độ bám của lớp phủ xác định bằng mối liên kết tác dụng hoá học qua lại của các phần tử và bằng sự nâng cao khả năng biến dạng của chúng trong thời điểm va đập và bằng sự giảm số lượng oxit trên bề mặt các phần tử. Bởi vậy, độ bám của lớp trung gian là nhỏ nhất so với độ bám của lớp cơ sở với vật liệu nền.

Từ đó thấy sự khác nhau về cấu trúc lớp và sự phân bố thể tích kim loại trong chùm tia phun không đồng đều có ảnh hưởng đến độ bám không đồng đều của lớp phủ kim loại:

- Phía giữa chùm tia phun có sự tập trung nồng độ lớn nhất và ở vùng này biểu thị các thông số có lợi nhất của các phần tử.

- Khu vực biên được tạo thành những phần tử với năng lượng động năng nhỏ nên không có sự biến dạng, có nhiều lớp oxit và tạo nên nhiều lỗ xóp.

Theo Pasin lớp phun kim loại được tạo từ những phần tử trung tâm có độ bám cao gấp 6 lần so với độ bám của các phần tử ở biên.

3.4.3. Tính chất của lớp phủ

1/ Tính chất cơ học của lớp phủ

Tính chất cơ học được đặc trưng bằng độ bền kéo (σ_k), độ bền nén (σ_n), độ bền uốn (σ_u) và mô đun đàn hồi (E).

- Độ bền kéo của lớp phủ phụ thuộc vào sự liên kết giữa các phần tử của lớp phủ và sự liên kết giữa các phần tử phun và lớp vật liệu nền. Nói chung độ bền kéo của lớp phủ nhỏ hơn nhiều so với độ bền kéo của vật liệu ban đầu.

Bảng : Giá trị độ bền kéo của các loại vật liệu lớp phủ

Vật liệu	Giới hạn bền kéo	
	Vật liệu ban đầu	Lớp phủ
Thép ít cac bon	$5,1.10^8$	$1,27.10^8$ ử $1,96.10^8$
Đồng M ₁	$1,78.10^8$	$0,57.10^8$ ử $1,08.10^8$
Nhôm A ₂	$1,11.10^8$	$0,29.10^8$ ử $0,49.10^8$
Kẽm	$1,01.10^8$	$0,34.10^8$
Đồng	$3,10.10^8$	$0,25.10^8$

- Độ bền nén của lớp phủ lớn hơn độ bền kéo của lớp phủ khoảng 40 ÷ 70%. Tuy nhiên độ bền nén này vẫn kém hơn độ bền nén của vật liệu ban đầu do trong lớp phủ còn rất nhiều lỗ xốp. Độ bền nén cũng phụ thuộc vào chế độ phun: lớp phủ là thép thì $\sigma_n = 800 \div 1200\text{N/mm}^2$, là nhôm thì $\sigma_n = 200\text{N/mm}^2$, là kẽm thì $\sigma_n = 130\text{N/mm}^2$.

- Độ cứng của lớp phủ khác với độ cứng của vật liệu ban đầu rất nhiều, thường thì độ cứng của lớp phủ cao hơn. Sự tăng độ cứng là do tác dụng của dòng khí nén lạnh và bề mặt nền nguội lạnh làm cho các phần tử phun bị tác dụng như nhiệt luyện. Mặt khác, sự va đập gây ra sự biến dạng, sẽ làm biến cứng của các phần tử và của lớp phủ. Tuy nhiên, nguyên nhân chính tăng độ cứng là do sự oxy hóa vật liệu phun, chất lượng của vật liệu nền.

Thép	20	40	10
Độ cứng HB	187	229	286

Do độ cứng của lớp phủ lớn nên không sử dụng lớp phủ trong điều kiện tải trọng động, nếu không lớp phủ sẽ bị tróc.

2/ Tính chất chống mài mòn của lớp phủ

Khả năng chống mài mòn của lớp phủ phụ thuộc vào trạng thái ma sát:

- Trong điều kiện ma sát khô, lớp phủ bằng phun kim loại có độ mài mòn cao hơn rất nhiều so với vật liệu cơ bản do các phần tử phun có độ bám liên kết với nhau tương đối thấp cho nên chúng dễ bị tróc ra. Vì vậy, không sử dụng lớp phủ trong trường hợp chịu ma sát khô.

- Trong điều kiện ma sát ướt thì lớp phủ chịu mài mòn tốt hơn vật liệu cơ bản. Nguyên nhân là do trong lớp phủ có rất nhiều lỗ xốp, các lỗ xốp này chính là các túi ngậm dầu (có thể ngậm dầu đến 15%) và tạo ra những túi đựng dầu nhỏ dự trữ. Trong trường hợp màng dầu bị phá hủy, dầu từ các lỗ xốp sẽ được khuếch tán và tạo ra các màng dầu thay thế.

Cần chú ý là nếu lớp phủ được gia công tiếp bằng phương pháp mài thì khả năng hấp thụ dầu sẽ giảm đi do các lỗ xốp bị đóng kín hoặc các bụi chiếm chỗ.

VD: khi phun lớp phủ bằng thép cacbon, đem ngâm vào dầu sau 100 giờ sẽ hấp thụ 11,1% dầu, nhưng nếu đem gia công bằng phương pháp mài thì còn 5,4%.

Thông thường trước khi lớp phủ được gia công cơ, đem ngâm vào bể dầu được sấy nóng $80 \div 100^{\circ}\text{C}$ sau thời gian từ 0,5 ÷ 10 giờ để các lỗ xốp hấp thụ dầu.

Khi các ổ trượt được phủ lớp KIM LOẠI làm việc trong điều kiện ma sát ướt, tải trọng làm việc có thể tăng lên từ 3 ÷ 4 lần ($17,7 \div 19,2 \text{ N/mm}^2$ thay cho $4,5 \div 5,2 \text{ N/mm}^2$).

3/ Khả năng chống oxy hoá của lớp phủ

Lớp phủ được sử dụng rộng rãi để chống oxy hóa (oxy hóa trong môi trường điện phân và oxy hóa nhiệt). Nó có rất nhiều ưu điểm so với các phương pháp khác, nhưng phải sử dụng chính xác bề mặt phun kim loại trong các điều kiện cụ thể. Bởi vì lớp phủ kim loại có đặc tính xốp nên chiều dày lớp phủ được định bởi phương pháp sử dụng. Nếu chiều dày lớp phủ mỏng thì ở áp suất khí quyển cũng dễ dàng cho chất khí hoặc chất lỏng thấm thấu qua, nhưng nếu chiều dày lớn hơn thì khả năng đó không thực hiện được.

Do kim loại cơ sở, kim loại lớp phủ là khác nhau và tác động của môi trường nên ảnh hưởng của tính chất điện hóa là rất lớn: Trong lớp phủ tạo bằng phun kim loại, do có các lỗ xốp nên khi tiếp xúc với các môi trường không khí ẩm, các dung dịch... dễ dàng tạo ra môi trường điện phân. Trong môi trường điện phân, sự nối mạch 2 kim loại dẫn điện khác nhau sẽ tạo nên các cặp vi pin và sẽ xảy ra quá trình oxy hóa. Khả năng bị oxy hóa phụ thuộc vào thế điện hóa của các kim loại hay ion. Lớp phủ có thể đóng vai trò anod hy sinh để bảo vệ lớp vật liệu nền. Tuổi thọ của chúng phụ thuộc vào chiều dày lớp phủ, độ xốp và độ nhấp nhô của chúng.

Thường trong lĩnh vực chống ăn mòn điện hoá (chống gỉ) cho các kết cấu, chi tiết bằng thép nên dùng lớp phủ là nhôm hoặc kẽm. Chúng sẽ đóng vai trò như những lớp bảo vệ anốt và ảnh hưởng của các lỗ xốp là không đáng kể nên khả năng chống ăn mòn điện hoá là rất tốt.

4/ Tính chịu nhiệt của lớp phun kim loại

Để bảo vệ chống nhiệt cho các chi tiết bằng thép cacbon thấp, thường sử dụng lớp phủ bằng nhôm, nó có khả năng chịu đến 950°C và thời gian chịu nhiệt cũng dài hơn. Nguyên nhân là do các phần tử nhôm khuếch tán vào thép, mặt khác các phần tử nhôm trên bề mặt bị oxy hoá. Do vậy trên bề mặt thép có lớp nhôm bảo vệ gồm nhiều lớp:

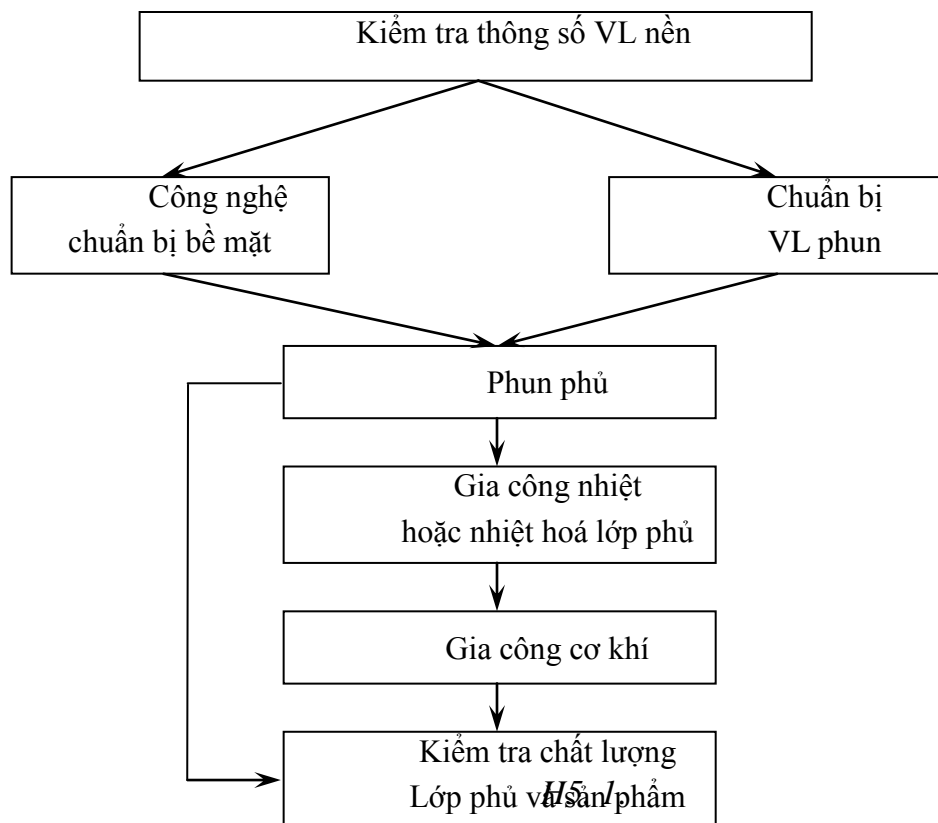
- Lớp ngoài là lớp ôxyt nhôm có khả năng chịu nhiệt cao – nhiệt độ chảy là 2100°C . Tuy nhiên lớp này liên kết rất yếu với bề mặt nên khoảng 800°C thì chúng dễ dàng bong ra khi có sự biến dạng kim loại

- Tiếp theo là lớp của hợp kim sắt và nhôm.

Để nâng cao tuổi thọ của lớp phủ chịu nhiệt, thường phải tiến hành ủ để cho có sự liên kết khuếch tán giữa các lớp phủ với nhau và giữa lớp phủ với kim loại cơ bản, và mặt khác có thể tiến hành sơn lớp phủ.

Khả năng chịu nhiệt của lớp phủ phụ thuộc vào nhiệt độ làm việc của chi tiết phủ và thời gian làm việc. Trong điều kiện nhiệt độ cao, tuổi thọ của chi tiết thép có lớp phủ cao hơn khoảng $5 \div 20$ lần so với chi tiết không có lớp phủ.

3.5 Quy trình công nghệ phun phủ



Quy trình công nghệ phun phủ

Các bước thực hiện trong quy trình công nghệ phun phủ bao gồm:

- Phân tích kết cấu, vật liệu, điều kiện làm việc của bề mặt phun.
- Xác định vật liệu phun.
- Chuẩn bị bề mặt trước khi phun phủ.
- Công nghệ phun phủ.
- Gia công cơ khí sau khi phun, xử lý nhiệt lớp phủ (nếu cần).
- Kiểm tra chất lượng lớp phủ về độ cứng, kích thước, độ bám dính, các yếu tố khác.

Trong từng trường hợp cụ thể thì một số công đoạn có thể bỏ qua hoặc một số bước có thể ghép lại đồng thời.

3.5.1. Kiểm tra kết cấu, vật liệu

Đối với từng chi tiết cụ thể cần kiểm tra mức nền, độ cứng, kích thước... để chọn vật liệu phun và công nghệ thích hợp.

Tùy theo kết cấu của chi tiết mà ta xác định cách gá kẹp và kỹ thuật phun.

3.5.2. Vật liệu phun

Vật liệu phun có thể là dạng dây hoặc dạng bột. Dạng dây dùng trong phun khí cháy, hồ quang điện; dạng bột dùng trong phun khí cháy, phun nổ, phun plasma.

Vật liệu dạng dây khó hợp kim hoá lớp bề mặt phun bởi lẽ không thể thêm các thành phần nguyên tố hợp kim vào dây phun mà chỉ có thể chọn một loại dây phun xác định. Vật liệu dạng bột được trộn từ các thành phần nguyên tố khác nhau đem nghiền nhỏ vì vậy ta có thể trộn thêm các thành phần nguyên tố hợp kim khác tùy theo yêu cầu cơ học lớp bề mặt. Tuy nhiên vật liệu dạng bột không dùng được cho phương pháp phun phủ hồ quang điện.

Vật liệu dạng dây sẽ khó khăn hơn trong việc nung chảy và thổi vào lớp bề mặt so với vật liệu dạng bột, nó yêu cầu công suất nung chảy lớn hơn và áp suất khí thổi cao hơn.

Tính chất vật liệu phun tùy thuộc vào tính chất của lớp bề mặt yêu cầu. Với bề mặt chống mài mòn cần vật liệu có độ cứng cao. Hàm lượng cacbon càng cao thì độ cứng lớp bề mặt càng tăng do sự hình thành tổ chức mactenxit triệt để. Với bề mặt chống ăn mòn cần vật liệu có khả năng tạo nên lớp bề mặt bền hoá học với môi trường ăn mòn.

3.5.2.1. Vật liệu phủ dạng dây

Kim loại dùng làm vật liệu phun thường ở dạng dây hoặc bột được sản xuất từ các nhà máy luyện kim theo đơn đặt hàng.

Bảng 5.1. Vật liệu dạng dây thường được dùng trong phun phủ

Vật liệu	Thành phần	Đường kính dây (mm)
Chì– Pb	Loại cứng	2,5
Kẽm –Zn	Zn 99,65%	2,5
Nhôm – Al	Al 99,65%	2,5
Hợp kim nhôm	Al-Mg(6-8% Mg)	2,5
	Al-Mn(1,5%Mn)	2,5
Đồng – Cu; Đồng thau	Cu 99,65%	2,5
		2,5
Thép	0,1%C	2,5
	0,25%C	2,5
	0,8%C	2,5
Niken – Ni	–	2,0
Thiếc – Sn	Loại cứng	2,5
Thép không gỉ	–	2,5

- *Thép*: ngoài các loại trên, trong thực tế còn dùng nhiều loại khác để đạt được các mục đích yêu cầu. Thông thường dùng các loại dây thép có thành phần cacbon từ 0,1 ÷ 0,8%C với thành phần hoá học theo bảng sau.

Bảng 5.2. Thành phần hoá học của các loại dây thép

Vật liệu	S(%)	P(%)	Si(%)	Mn(%)	Cr(%)
Thép 0,1%C	0,01	0,02	0,03	0,3	0,03
Thép 0,25-0,28%C	0,01-0,02	0,03	0,03	0,3	0,03
Thép 0,65-0,8%C	0,02	0,01	0,26	0,35	0,03

- Thép với 0,1%C có ưu điểm là phun dễ và sau khi phun xong gia công cắt gọt dễ, nhược điểm là độ co lớn, dễ sinh nứt lớp phun khi chiều dày lớp phun lớn hơn 2 mm.

- Thép với 0,25%C dùng cho các lớp yêu cầu cần đạt độ cứng cao hơn, khả năng sinh nứt lớp phủ ít hơn, sức bền chịu kéo của lớp phủ đạt khoảng 240 N/mm².

- Thép với 0,8%C dùng để phun các lớp phủ dày vì nó có ưu điểm là độ co nhỏ, nhược điểm là độ cứng cao nên chỉ có thể gia công bằng phương pháp mài hoặc dùng các loại dao hợp kim như TK.

Với thành phần cacbon khác nhau sẽ cho dạng tia phun cũng khác nhau.

- Thép cacbon và hợp kim thấp của thép cacbon: dùng để tăng cứng bề mặt và tăng khả năng chịu mài mòn cho các chi tiết máy.

- Thép chịu ăn mòn gồm: thép mactenxit và austenit.

+ Thép mactenxit: lớp phủ có khả năng chống ăn mòn và chịu mài mòn.

+ Thép austenit: lớp phủ có khả năng chống ăn mòn cao.

Nhiệt độ chảy của kim loại dây phun có ảnh hưởng đến việc chọn tốc độ dịch chuyển dây, chọn lưu lượng khí cháy và kỹ thuật phun.

- *Nhôm (Al)*: lớp phủ nhôm dùng để bảo vệ kim loại đen không bị oxi hóa. Dây được phủ bằng nhôm có thể dùng làm dây dẫn điện. Ngoài ra, lớp phủ nhôm có thể dùng để chống cháy và dùng cho những môi tiếp xúc trong các thiết bị điện tử.

- *Kẽm (Zn)*: được dùng để chống ăn mòn cho kim loại đen.

- *Đồng (Cu) và hợp kim đồng*: lớp phủ có chất lượng rất tốt, thường dùng trong kỹ thuật điện để mạ dây điện, chống oxi hóa, chịu mài mòn..., nhưng công nghệ phun đồng nguyên chất là rất khó, nên thường dùng hợp kim đồng nhôm.

- *Thiếc (Sn) và hợp kim thiếc*: lớp phủ có khả năng chịu axit, chống oxi hóa...

- *Molipđen (Mo)*: lớp phủ có khả năng bám dính tốt với bề mặt thép, do vậy thường được làm lớp phủ lót. Ngoài ra, lớp phủ này còn có khả năng chịu được môi trường muối, axit nóng...

- *Bạc (Ag)*: lớp phủ thường dùng để phủ các tiếp điểm điện...

3.5.2.2. Vật liệu phủ dạng bột

Đối với bột phun cần kiểm tra các thông số chính như cấp hạt, hình dáng, độ chảy. Cấp hạt thường được đánh giá bằng cách dây qua sàng, hình dáng hạt được kiểm tra trên kính hiển vi, còn độ chảy của một số bột có thể xác định theo tiêu chuẩn. Trong một số trường hợp còn kiểm tra các tính chất khác như thành phần hoá học, thành phần pha, tỷ trọng...

Vật liệu dạng bột thường được dùng trong phun phủ:

- Nhôm, kẽm, đồng, crom, niken... và các hợp kim của chúng (Co - Cr, Ni - Cr...).
- Ceramic: gồm các oxit kim loại (Al_2O_3 , ZrO_2 , CaO, MgO, TiO_2 ...), oxit bán kim loại (SiO_2), các cacbit (WC, TiC, TaC...) tạo nên lớp phủ có khả năng chịu mài mòn cao, chịu nhiệt.
- Compozit, thường được trộn với kim loại, hợp kim... để phát huy các ưu điểm của chúng hoặc có thể dùng để tạo lớp phủ cách điện.

Bột dùng để phun phải được chuẩn bị trước, gồm các công đoạn sấy bột và phân cấp hạt. Thường bột kim loại được sấy ở nhiệt độ $120 \div 150^{\circ}C$ trong thời gian từ 1 ÷ 3 giờ, với bột gốm nhiệt độ sấy cao hơn khoảng $700 \div 800^{\circ}C$ và thời gian từ 4 – 5 giờ.

3.5.3. Công nghệ chuẩn bị bề mặt trước khi phun

Điều kiện đầu tiên để đạt được một lớp phủ bề mặt có chất lượng tốt bằng phun phủ là sự chuẩn bị bề mặt nền. Bề mặt nền phải được chuẩn bị bằng một phương pháp và quy trình thích hợp để đảm bảo đạt được độ bám dính yêu cầu của lớp phủ.

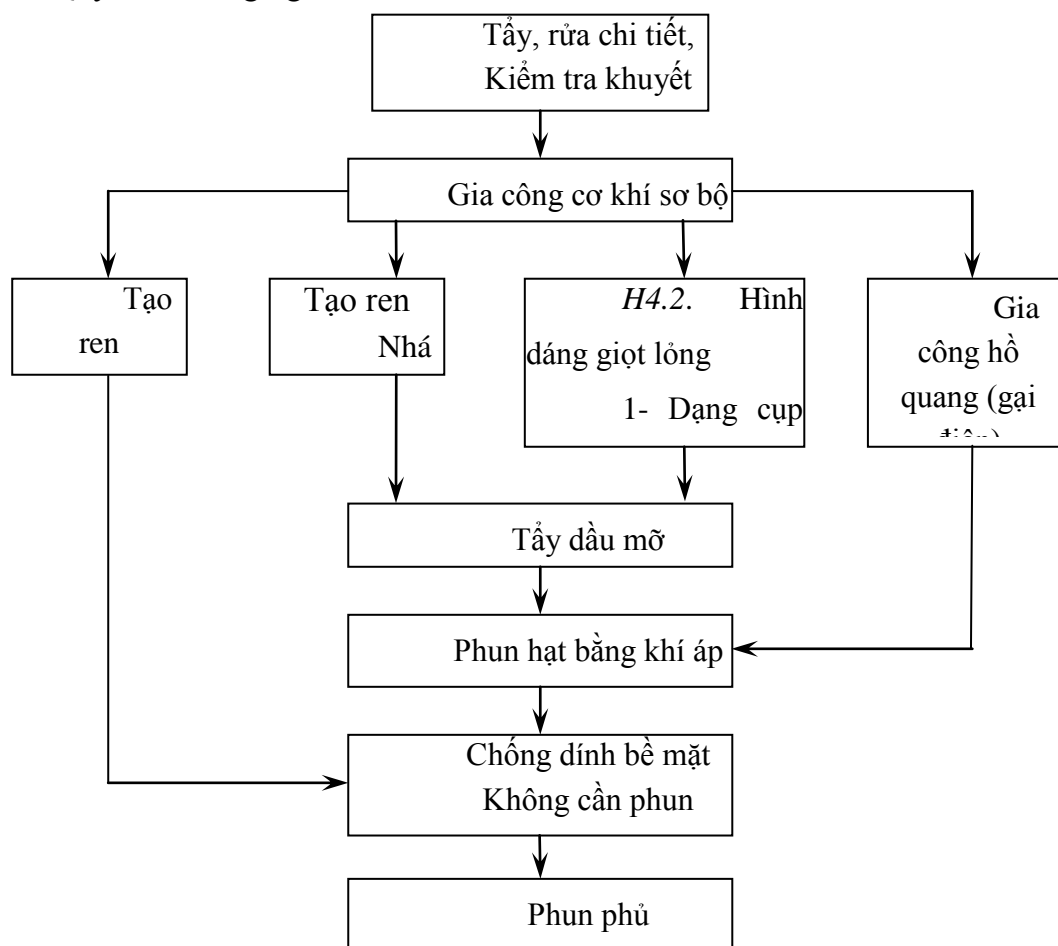
Độ bám của lớp phủ lên bề mặt nền phụ thuộc rất lớn tới độ nhám và hoạt tính bề mặt, đặc trưng của độ nhám và hoạt tính bề mặt sẽ khác nhau ở mỗi trường hợp chuẩn bị. Do vậy, việc chuẩn bị ban đầu bề mặt trước khi phun có một ý nghĩa rất quan trọng.

Chuẩn bị bề mặt có nhiều phương pháp và được chia làm hai công đoạn chính:

- Làm sạch bề mặt.
- Tạo nhám bề mặt.

Cùng một mục đích làm sạch bề mặt, hay tạo nhám bề mặt nhưng lại có nhiều phương pháp để thực hiện. Tùy thuộc vào vật liệu nền và yêu cầu về độ nhám, ta cần lựa chọn phương pháp làm sạch và phương pháp tạo nhám cho thích hợp; nếu cần thiết, có thể phối hợp nhiều phương pháp làm sạch và tạo nhám trên cùng một bề mặt. Quy trình chuẩn bị bề mặt theo sơ đồ sau:

H 3.22. Quy trình công nghệ chuẩn bị bề mặt



3.5.3.1. Làm sạch bề mặt

Là một khâu không thể thiếu trong quá trình chuẩn bị bề mặt bởi lẽ bề mặt vật luôn dính dầu, mỡ, bụi bẩn... các chất này sẽ làm ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt phun do vậy cần được tiến hành trước khi phun phủ.

Thường làm sạch bề mặt vật bằng các phương pháp sau:

- Dùng các chất hoà tan hữu cơ và dung dịch kiềm: Sau khi làm sạch bằng dung dịch hoà tan hữu cơ, thường trên bề mặt của vật có một lớp dầu rất mỏng, lớp dầu này không còn tác dụng gây hại cho lớp phủ bảo vệ. Các dung dịch kiềm nước có chứa khoảng 2 – 10% chất kiềm (hydroxyt kiềm, nitratfôat, nước thuỷ tinh ...) với tỷ lệ khác nhau và có cho thêm vào một lượng rất nhỏ (vài phần nghìn) chất làm ướt với mục đích để giảm ứng suất bề mặt giữa dung dịch nước và dầu. Dùng các dung dịch này, dầu khoáng vật sẽ hoà tan thành các giọt nhỏ trong dung dịch nước và các lớp mỡ sẽ bị phá vỡ và khử sạch.

Phương pháp này thường tiến hành ở nhiệt độ $70 \div 100^{\circ}\text{C}$ và dùng cho phần lớn các kim loại. Sau khi làm sạch trong dung dịch hoà tan phải làm sạch tiếp theo bằng cách nhúng vào nước sạch để bề mặt được khử nốt những chất bẩn còn lại.

- *Làm sạch bằng cách điện phân trong dung dịch kiềm* (sử dụng cho bề mặt nền kim loại); Với mục đích sử dụng tác dụng phân ly để làm sạch. Vật được nối với cực âm, dưới tác dụng của dòng điện, trên bề mặt của kim loại sẽ có các hydroxyt thoát ra. VD: Na và lập tức chúng phản ứng với nước tạo ra Na(OH)_2 đậm đặc và hydro, các hydroxyt này làm sạch dầu mỡ bằng các tác dụng hoá học của mình. Phương pháp làm sạch bằng điện phân là phương pháp duy nhất cho bề mặt sạch hoàn toàn nhưng nhược điểm của nó là thiết bị phức tạp.

- *Ngâm kim loại*: Là phương pháp làm sạch bằng hoá chất, các bề mặt kim loại sẽ được khử các chất bẩn vô cơ như các ôxyt, các vảy, gỉ, nhưng trước khi ngâm vật phải được làm sạch dầu mỡ.

Ngâm làm sạch thép thường dùng 10 ÷ 20% dung dịch nước axit lưuhuỳnh và nung nóng đến 40 ÷ 70⁰C hoặc dùng dung dịch axyt có muối với nồng độ như trên và ở nhiệt độ bình thường.

Các ôxyt bị khử sẽ hoà tan trực tiếp vào dung dịch axyt ở những nơi có rỗ khí, khe nứt. Dung dịch sẽ thấm vào đáy cho đến lớp kim loại và hoà tan cả kim loại.

3.5.3.2. Tạo nhám bề mặt trước khi phun phủ

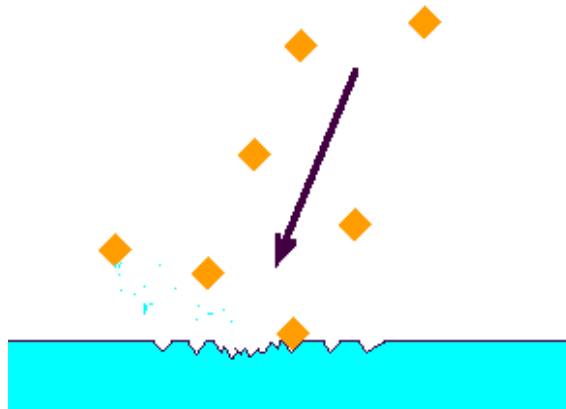
Nguyên công này đảm bảo độ bền và độ dính kết của lớp phủ với bề mặt của chi tiết được phủ. Một số phương pháp tạo nhám bề mặt: phun bi, phun cát, phun các loại hạt mài, cắt ren, gia công tia lửa điện (gai điện)...

Khi lựa chọn một phương pháp chuẩn bị bề mặt cần quan tâm đến độ bền dính kết của lớp phủ, tới dạng bề mặt chi tiết, điều kiện làm việc của bề mặt... VD: lựa chọn phương pháp cắt ren tròn, cắt ren bằng cùng với việc sửa lại đỉnh ren để tạo nhám bề mặt khi yêu cầu lớp phủ dày.

Thực nghiệm cho biết: *kết quả phun tốt nhất nhận được khi nào kích thước của các phần tử kim loại được phủ nhỏ hơn phần rỗng của các rãnh nhấp nhô trên bề mặt do nguyên công chuẩn bị tạo ra*. Nhưng nếu độ nhám lớn quá sẽ không đạt được bề mặt phủ tốt, vì vậy chỉ cần đạt đến độ nhám nhất định. Mức độ nhám tốt nhất là mức độ tạo ra sự liên kết cơ học của các phần tử kim loại và nền cơ bản là cao nhất.

Trong các phương pháp chuẩn bị bề mặt, chuẩn bị bề mặt bằng phương pháp cơ học (phun cát, phun bi) nâng cao được năng lượng điện trên bề mặt và cả lớp dưới bề mặt. Hoạt tính bề mặt sau khi chuẩn bị sẽ giảm dần theo thời gian do phản ứng của môi trường xung quanh hoặc do sự hấp thụ của môi trường làm giảm năng lượng tự do của bề mặt. Vì vậy, cần tiến hành phun phủ ngay sau khi chuẩn bị bề mặt, khoảng thời gian giữa hai nguyên công này không được vượt quá 8 tiếng.

- *Tạo nhám bằng phương pháp gia công phun cát*.



H5. 3. Tạo nhám bề mặt bằng phun cát

Được áp dụng đối với các chi tiết có đường kính hoặc chiều dày đến 15 mm, các chi tiết có độ bền cơ học thấp hay giới hạn mỏi thấp. Phương pháp này dùng cả khi làm sạch các chi tiết có hình dáng phức tạp, sửa chữa các vết nứt trên chi tiết đúc bằng gang, chuẩn bị bề mặt chi tiết để bổ sung thêm lớp phủ chịu ăn mòn và dùng cho trang trí.

Phương pháp này được thực hiện trong tủ phun cát hoặc trong phòng phun cát bằng các thiết bị phun cát. Chất lượng bề mặt được xác định bằng độ nhám bề mặt, nó phụ thuộc vào: độ cứng của bề mặt, chất lượng vật liệu phun, áp lực dòng khí nén, khoảng cách vòi phun của thiết bị đến bề mặt được làm sạch, đường kính vòi phun, góc nghiêng của dòng cát đến bề mặt phun.

- *Tạo nhám bằng phương pháp gia công phun bi (phun hạt kim loại).*

Sẽ làm thay đổi tính chất vật lý của lớp bề mặt, tạo ra lớp biến dạng và lớp hoá bền sâu khoảng 0,2 ÷ 0,4 mm do sự va đập rất mạnh của các hạt kim loại tác dụng như những đầu búa nhỏ. Do có sự biến dạng nên làm tăng độ cứng, độ bền của lớp bề mặt, tạo ra sự phân bố ứng suất rất tốt theo tiết diện của chi tiết và làm tăng đáng kể sức bền mỏi của nó.

Phương pháp này được áp dụng cho các bề mặt chi tiết có hình dạng phức tạp, bề mặt có độ cứng cao. Hạt kim loại thường bằng gang trắng và thép có đường kính 0,4 ÷ 2 mm. Độ cứng của hạt bằng thép được duy trì với thành phần 0,7%C làm việc sau 40 giờ độ cứng tăng từ 30 ÷ 37 HRC đến 42 ÷ 44 HRC, sau 300 giờ có thể đạt tới 48 ÷ 50 HRC.

Bổ sung thêm phần phun bi

(hình biểu diễn,

- *Tạo nhám bằng phương pháp cắt ren phẳng.*

Là phương pháp phổ biến nhất để tạo ra độ nhám trên bề mặt trên bề mặt chi tiết có hình dáng vật thể tròn xoay, phương pháp này cho độ bám giữa lớp phủ với bề mặt

chi tiết là cao nhất. Đầu tiên tiến hành tiện để khử độ ôvan, elip; rồi dùng dao tiện ren để tạo ra bề mặt nhám.

Phương cắt răng tròn được áp dụng rộng để chuẩn bị bề mặt hình trụ, các trục khuỷu bị mòn. Sử dụng dao tiện ren tròn chuyên dùng có bán kính đỉnh là 0.5 mm và chiều rộng là $1,1 \div 1,3$ mm, cắt thành nhiều rãnh tròn song song nhau.

Ngoài các phương pháp tạo nhám bằng cắt ren thông thường, thực tế còn dùng tiện ren sần sùi và phun cát. Phương pháp này được ứng dụng cho các chi tiết có hình dạng tròn ngoài hoặc tròn trong khi có độ cứng thấp hoặc trung bình.

Bổ sung thêm phần tạo ren

- *Tạo nhám bằng phương pháp tiện rãnh song song và lăn ép đỉnh.*

Khi tiện ren để phun phủ kim loại sẽ làm cho sức bền mỏi của chi tiết bị giảm. Nhưng nếu trên bề mặt có nhiều rãnh song song với nhau và có cùng một chiều sâu thì sẽ hạn chế bớt được ứng suất tập trung trong quá trình làm việc của chi tiết.

Việc tiện các rãnh tròn tương tự như tiện các rãnh song song với cùng một loại dao và cùng một kích thước ren, chỉ khác là tiện thành các rãnh song song với nhau

Bổ sung thêm phần lăn răng đỉnh

- *Tạo nhám bằng phương pháp lăn khía và cuốn dây*

Phương pháp lăn khía thực hiện bằng các dụng cụ chuyên dùng gồm một hoặc nhiều dao phay nhỏ có răng thẳng hoặc nghiêng được đặt trên ụ dao của máy tiện.

Phương pháp cuốn dây dùng để chuẩn bị các bề mặt trục có độ cứng cao. Trước tiên phải đem mài chi tiết để giảm bớt độ elip và độ côn, sau đó đặt lên máy tiện được cuốn dây nhờ phanh ép bằng gỗ đặt trên ụ bàn dao. Có thể chọn dây bất kỳ, nhưng tốt nhất là dây không gỉ có đường kính nhỏ hơn 2 lần so với chiều dày lớp phủ, bước cuốn dây chọn từ $2 \div 5$ lần đường kính của dây. Sau khi cuốn dây chi tiết phải được làm sạch bằng phun cát hoặc phun bi. Phương pháp này không làm yếu chi tiết, mà làm tăng độ dính kết của lớp phủ, độ cứng và thời gian chuẩn bị giảm $3 \div 3,5$ lần so với cắt ren.

- *Tạo nhám bằng phương pháp gọt điện*

Để tạo sần sùi bề mặt với các chi tiết cứng bằng thép và gang (thường có độ cứng 50 HRC) mà các phương pháp cơ khí trên không thực hiện được thì phải sử dụng phương pháp gọt điện. Phương pháp này có thể sử dụng cho các chi tiết có độ cứng cao và hình dạng bất kỳ như tròn, phẳng, ôvan ... Các phương pháp gọt điện bao gồm:

- Làm nhấp nhô bằng hồ quang rung
- Làm sần sùi bằng tia lửa điện
- Làm sần sùi bằng phương pháp cơ dương cực
- Bổ sung thêm phần gặt điện

3.5.4. Xác định chế độ công nghệ phun phủ

Một số vấn đề cần chú ý:

- Chi tiết sau khi đã làm sẵn sùi và rửa sạch cần tiến hành phun ngay, càng sớm càng tốt, không để vượt quá 1 ÷ 2 giờ.

- Đối với chi tiết dạng tròn xoay, chúng được cặp trên máy tiện, còn đầu phun được gắn trên bàn xe dao. Lúc đó chi tiết quay tròn và súng phun di động dọc theo trục chi tiết tạo ra một lớp phun tròn đều.

- Đối với những chi tiết không có dạng tròn xoay thì súng phun cầm tay và lúc đó súng phun sẽ được công nhân điều khiển để phun vào toàn bộ bề mặt chi tiết.

- Độ bám giữa lớp phun và chi tiết tốt nhất nếu chỉ phun một lần đã đạt được chiều dày yêu cầu. Nhưng nhiều trường hợp phải tiến hành phun nhiều lượt. Lúc đó giữa các lớp phun sẽ bị ngăn cách bởi một lớp bụi các hạt kim loại, làm giảm thấp độ dính bám giữa lớp này với lớp kia.

- Trong quá trình phun cần giữ nhiệt độ của chi tiết không vượt quá 70 ÷ 80⁰C. Nhiệt độ quá cao sẽ gây sự biến dạng, biến đổi tổ chức của chi tiết và giảm độ cứng của lớp phun. Vì vậy quá trình phun có thể phun từng phần của chi tiết hoặc phun gián đoạn.

- Khi phun những chi tiết có những chỗ chuyển tiếp đột ngột (như vai trục, gờ ...) cần tiến hành phun tại đó tại đó trước đến chiều dày khoảng 1/3 ÷ 1/2 chiều dày lớp phun, mới bắt đầu phun các phần khác.

3.5.4.1. Tính toán chiều dày lớp phun

Kích thước của lớp phủ được xác định bởi diện tích bề mặt lớp phủ và chiều dày lớp phủ. Trong đó, diện tích bề mặt lớp phủ phụ thuộc vào việc phủ toàn diện tích bề mặt chi tiết hay phủ một phần làm việc.

Chiều dày lớp phủ là tổng của các thành phần sau:

- Chiều dày lớp phủ để gia công cơ khí h_1
- Chiều dày lớp phủ để điền đầy các chỗ sần sùi h_2
- Chiều dày lớp phủ để sửa chữa nhiều lần h_3
- Chiều dày tối thiểu để đảm bảo sức bám dính h_4

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (5.1)$$

Trong đó, h là chiều dày tổng cộng của lớp phủ và cũng chính là chiều dày cần phun, h_4 là chiều dày làm việc của lớp phủ.

Việc tính toán chiều dày lớp phun phủ sẽ cho ta biết lượng kim loại cần thiết.

3.5.4.2. Vật liệu dây phun

Công nghệ phun phủ thường dùng vật liệu ở dạng dây hoặc bột. Khi dùng dây để tăng khả năng chịu mài mòn của chi tiết thì lớp phun phủ có độ cứng cao, với hàm lượng cacbon của dây phun càng cao thì độ cứng của lớp phun càng cao.

Cần chú ý là độ cứng của lớp phun bao giờ cũng cao hơn nhiều so với độ cứng của bản thân dây phun, nguyên nhân là do xuất hiện tổ chức mactenxit trong lớp phun.

Việc xuất hiện tổ chức mactenxit là do tốc độ nguội của các hạt phun rất nhanh (bằng con đường phóng xạ và đối lưu không theo con đường truyền nhiệt). Tốc độ nguội lạnh khi va đập vào bề mặt đạt $63000 \div 32000^{\circ}\text{C/s}$, lớn hơn rất nhiều so với tốc độ làm nguội khi nhiệt luyện.

Ngoài ra độ cứng cao của các lớp phun là do hiện tượng biến cứng xuất hiện khi các hạt phun bị va đập mạnh trên bề mặt chi tiết.

Khi sử dụng dây phun có hàm lượng cacbon cao còn làm giảm bớt việc thoát cacbon trong quá trình phun, giảm bớt lượng ôxyt trong lớp phun nên làm tăng cơ tính của lớp phun, giảm sự bong tróc các hạt phun, tăng cường độ chịu mòn của lớp phun.

Để đạt độ cứng và độ chịu mài mòn tốt, ngoài việc chọn dây phun có cacbon cao, còn phải chọn chế độ phun hợp lý.

3.5.4.3. Chế độ phun kim loại

Chất lượng lớp phủ phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp chuẩn bị bề mặt, vật liệu phun và chế độ phun. Trong đó, các yếu tố liên quan tới chế độ phun tùy thuộc từng phương pháp phun.

a. Khoảng cách phun

Khoảng cách từ súng phun tới bề mặt chi tiết có ảnh hưởng rất lớn tới việc truyền năng lượng cho các hạt phun trong quá trình bay tới bề mặt chi tiết. Do đó nó ảnh hưởng đến chất lượng lớp phủ như độ cứng, độ bám dính, độ chịu mài mòn.

Nếu khoảng cách phun quá gần, độ cứng thấp vì lúc này lớp phủ bị quá nóng. Khi khoảng cách quá xa, các hạt phun không điền đầy khít với nhau, độ xốp tăng nên độ cứng sẽ giảm.

Ngoài ra khoảng cách phun cũng ảnh hưởng tới sự chịu mòn của lớp phủ.

b. Áp lực không khí nén

Áp lực không khí nén cần đủ để thổi các giọt kim loại lỏng thành chùm hạt nhỏ và tạo biến dạng mạnh của các hạt khi va đập. Áp lực không khí nén ảnh hưởng tới độ chịu mài mòn của lớp phủ và nó liên quan tới hệ số mát mát kim loại phủ.

Việc lựa chọn áp lực khí nén còn phụ thuộc vào loại đầu phun. Khi phun bằng đầu phun hồ quang điện, áp suất tốt nhất của không khí nén để phun là 6 atm. Nếu quá lớn

sẽ ảnh hưởng đến quá trình phun, độ bám; khi giảm dưới 4,5 atm thì làm gián đoạn công việc phun, lớp phủ khó đạt độ hạt nhỏ mịn.

c. Điện áp hồ quang

Điện áp hồ quang cần thiết để tạo ra sự ổn định hồ quang, tạo điều kiện cho dây phun chảy đều và liên tục.

Nếu điện áp hồ quang thấp thì hồ quang không ổn định và bị ngắt quãng, nếu điện áp hồ quang quá cao, mức độ oxy hoá các hạt sẽ tăng, do đó sẽ làm giảm chất lượng lớp phủ và tăng lượng kim loại bị mất mát. Khi điện áp dưới 15v chỉ thấy xuất hiện tiếng nổ, từ 15 ÷ 25v hồ quang không ổn định và bị ngắt quãng.

d. Cường độ dòng điện

Chọn cường độ dòng điện phun phải đảm bảo sao cho hiệu điện thế của nguồn khi đầu phun vận hành là thấp nhất (30 ÷ 40V). Cường độ dòng điện phun chọn trong một phạm vi rộng hơn, giá trị của nó phụ thuộc vào công suất đầu phun (tốc độ cấp dây), loại vật liệu và đường kính dây phun.

Bảng 5.3. Cường độ dòng điện phun

Dây phun có đường kính 2,5mm	Công suất đầu phun kg/h	Cường độ dòng điện (A)
Thép	6,0 – 7,0	≈ 140
Nhôm	2,5 – 4,5	≈ 110
Đồng	11	≈ 120
Đồng thau	11	≈ 115
Đồng thanh	11	≈ 125

e. Ngọn lửa khí cháy

Với đầu phun bằng khí cháy axetylen và ôxy thì cần phải chọn loại ngọn lửa cháy thích hợp vì nó ảnh hưởng đến chất lượng của lớp phủ.

- Ngọn lửa trung hoà ($O_2/C_2H_2 = 1,1 \div 1,2$) được dùng nhiều cho phun kim loại
- Ngọn lửa các bon hoá (thừa C_2H_2) sẽ làm giảm công suất phun, tăng thành phần các bon.
- Ngọn lửa ôxy hoá (thừa O_2) sẽ làm tăng thành phần ôxyt trong lớp phủ, và giảm công suất phun.

f. Tốc độ quay của chi tiết và lượng di chuyển của đầu phun

- Các bề mặt tròn xoay: tốc độ quay của chi tiết và tốc độ di chuyển của đầu phun (thường lấy từ 1,6 ÷ 6,4 mm/ph) nhằm tạo ra một lớp phun đều, không gây ra hiện tượng quá nóng trên bề mặt chi tiết.
- Các bề mặt phẳng: tốc độ di chuyển của đầu phun lấy khoảng 10 ÷ 26 mm/ph.

Ngoài ra trong quá trình phun còn phải điều chỉnh tốc độ dây phun. Tốc độ này tỷ lệ với cường độ dòng điện và phải đảm bảo để dây phun được đẩy ra đầu súng đủ để bù đắp những giọt kim loại bắn đi.

Thực nghiệm cho thấy để đảm bảo cho chi tiết khỏi quá nóng, sử dụng cường độ dòng điện từ $60 \div 80A$, tốc độ đẩy dây phun bằng vật liệu thép các bon có đường kính $1,2 \div 2mm$ khoảng $1,2 \div 1,6mm/ph$.

3.5.4.4. Kỹ thuật phun

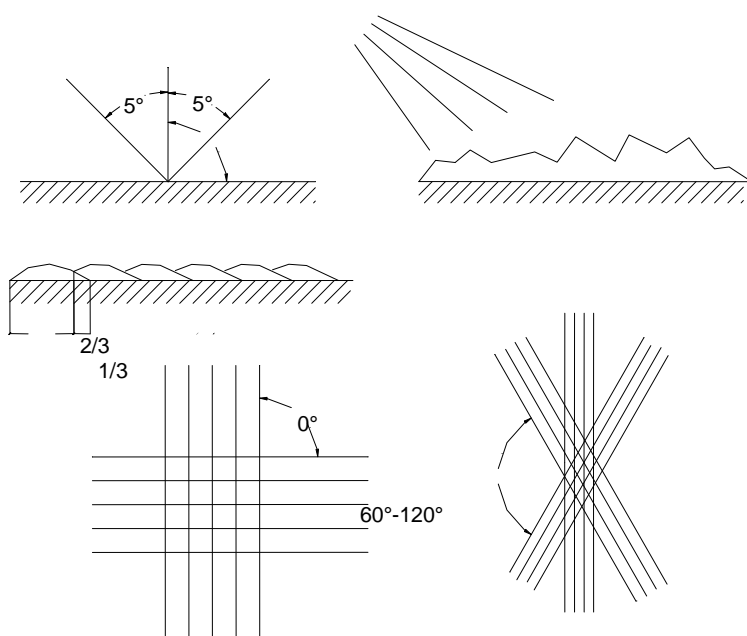
Để tiến hành phun phủ kim loại, ta có thể sử dụng thiết bị phun bằng tay hoặc điều khiển tự động. Khi phun nhất thiết phải quan tâm đến những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của lớp phủ và những yêu cầu đặt ra về kỹ thuật phun đối với người công nhân để đảm bảo hoàn thành tốt việc phun phủ.

Những kết quả thực tế khi phun phủ kim loại đã cho biết rằng: thiết bị phun có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng, tiếp đến là kỹ thuật sử dụng đầu phun, kỹ thuật phun cho những điều kiện phun khác nhau về vật liệu phun, hình dạng và kích thước chi tiết...

Khi phun phải chú ý đến việc khử độ ẩm và chất bẩn trong không khí nén. Sự có mặt của dầu, nước và chất bẩn làm ảnh hưởng tới quá trình nóng chảy vật liệu. Đặc biệt là các chất bẩn sẽ bám vào nền, ảnh hưởng đến độ liên kết giữa nền và lớp phủ hoặc các liên kết giữa các lớp trong các lớp phủ. Trong thực tế, nếu khí nén bị lẫn dầu mỡ và chất bẩn (thường quan sát thấy bằng mắt thường) trên lớp phủ, làm tăng thành phần oxyt trong lớp phủ và làm giảm độ bám của lớp phủ, mặt khác có ảnh hưởng đến quá trình vận hành khi phun.

a. Kỹ thuật phun cho các mặt phẳng và mặt không phẳng

Phun trên các bề mặt phẳng hoặc không phẳng bao giờ cũng yêu cầu kỹ thuật cao hơn so với phun các bề mặt hình trụ tròn xoay



3.23. Hướng phun và góc phun mặt phẳng

- Đầu phun luôn để vuông góc với mặt phẳng, phạm vi thay đổi góc cho phép đến 45° so với bề mặt.

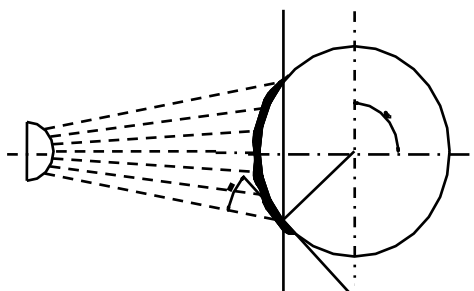
- Nếu góc phun nhỏ hơn thì khả năng bám dính kém do lớp phủ có dạng răng cưa.

- Nếu phun theo từng dải thì yêu cầu các dải đó phải trùng lên nhau $1/3$ chiều rộng của dải. Khi phun nhiều lớp thì yêu cầu lớp thứ hai phải thẳng góc với lớp thứ nhất, nếu phun ba lớp thì lớp thứ ba có hướng của các dải lệch so với hướng của lớp thứ hai một góc $(60 \div 120)^\circ$, mục đích để giảm độ xốp.

Với các mặt phẳng có diện tích lớn, cần phải chia mặt phẳng phun thành các ô với kích thước (500×500) , rồi tiến hành phun trên từng ô riêng rẽ để dễ theo dõi. Thường phun từ bên ngoài vào và dần dần đi vào trung tâm.

b. Kỹ thuật phun cho các bề mặt tròn xoay

Với các chi tiết có dạng tròn xoay thì khi phun nên tiến hành phun một lần là tốt nhất (có thể phun nhiều lần) với góc phun 90° để đảm bảo đồng đều chiều dày và đạt được chất lượng lớp phủ tốt, nhưng cũng phải quan tâm đến mức độ nung nóng lớp phủ và khả năng làm nguội cần thiết.



H 3.25 Hướng phun và góc phun mặt tròn xoay

Khi phun các mặt trong của hình trụ, phải lưu ý đến hiện tượng co rút của kim loại phun gây tác dụng ngược lại với độ bám của lớp phủ và việc di chuyển đầu phun là khó khăn. Thường tiến hành phun một lần và chọn tốc độ vòng quay lớn hơn, khoảng $20 \div 23\text{m/ph}$ và lượng chạy dao cũng lớn hơn khoảng 4 mm/vòng .

c. Sự nung nóng sơ bộ bề mặt chi tiết

Sự nung nóng sơ bộ bề mặt chi tiết trước khi phun nhằm giảm hiện tượng co rút tương đối giữa kim loại phun và chi tiết. Việc nung nóng được tiến hành trong các lò nung hoặc dùng ngọn lửa khí cháy để đốt nóng. Nhiệt độ nung nóng sơ bộ khoảng $110 \div 140^{\circ}\text{C}$, sau khi nung cần tẩy sạch lớp ôxyt bằng phun bi,

3.5.5. Gia công cơ khí sau khi phun, xử lý nhiệt lớp phủ

3.5.5.1. Gia công cơ khí sau khi phun

Tùy thuộc vào vật liệu, tính chất lớp bề mặt và dạng chi tiết mà sẽ có phương pháp gia công phù hợp (có thể là tiện, phay, khoan, mài...) bề mặt lớp phủ.

Nguyên công này thường chỉ thực hiện khi bề mặt phun là bề mặt lắp giáp, cần kích thước chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao.

3.5.5.2. Xử lý nhiệt lớp phủ

Nguyên công này chỉ thực hiện khi cần giảm độ xốp của lớp phủ và tăng độ bám dính của lớp phủ với nền và thông thường là thiêu kết. Phương pháp này chỉ dùng cho phun vật liệu bột, thường thiêu kết với nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng nhiệt độ nóng chảy của vật liệu bột.

VD: thiêu kết khuếch tán lớp phủ Ni - Cr - Al ở nhiệt độ $1040 \div 1130^{\circ}$ với thời gian $2 \div 4$ giờ trong môi trường argon hoặc chân không, có thể thu được lớp khuếch tán dày $10 \div 15\ \mu\text{m}$.

Bằng công nghệ làm chảy lại lớp phủ (nhiệt độ chảy lại \geq nhiệt độ nóng chảy), lớp phủ trên bề mặt chi tiết tạo thành lớp phủ đặc sít và có độ bền dính kết với bề mặt nền cao ($320 \div 480\text{ Mpa}$). Thường được tiến hành bằng ngọn lửa axetylen và ôxy, trong lò có môi trường không chế, các lò muối, lò bằng dòng cao tần hoặc bằng ngọn lửa hồ quang plasma.

Gia công nhiệt lớp phủ có thể kết hợp với gia công áp lực nhằm tăng độ lèn chặt của lớp phủ như ép nóng thủy tĩnh, cán lăn, cán nguội sau khi gia công nhiệt.

Chế độ gia công nhiệt gia công nhiệt cần chọn thích hợp với vật liệu nền.

3.5.6. Kiểm tra lớp phủ

Kiểm tra lớp phủ sau khi phun được tiến hành trên chi tiết hoặc trên các mẫu trong phòng thí nghiệm.

3.5.6.1 Đo chiều dày lớp phủ

Để đo chiều dày lớp phủ có từ tính ta có thể dùng thước cặp hoặc panme, phương pháp này cho chiều dày lớp phủ tương đối chính xác. Trong trường hợp này, ta cần phải tiến hành đo chiều dày chi tiết trước khi phun và sau khi phun, lấy hiệu giữa chúng sẽ được chiều dày lớp phủ.

Đối với các lớp phủ không có từ tính được phủ lên kim loại từ tính thì có thể đo chiều dày lớp phủ bằng phương pháp từ. Thiết bị này làm việc theo nguyên tắc đo gián tiếp bằng lực hút của vật mang từ.

3.5.6.2. Kiểm tra độ bám lớp phủ

Độ bám của lớp phủ chủ yếu được kiểm tra trong phòng thí nghiệm và theo các tiêu chuẩn nhất định (DIN, ASTM...). Tùy theo các tiêu chuẩn khác nhau mà ta có các phương pháp kiểm tra khác nhau. Tuy nhiên, thường đo ứng suất kéo của lớp phủ.

Ứng suất kéo (σ_k) được tính theo công thức:

$$\sigma_k = \frac{P}{F} \quad (5.2)$$

Trong đó: P – lực kéo đứt (kN).

F – diện tích tiết diện lớp phủ chịu kéo (mm^2).

Ngoài ra có thể dùng phương pháp gõ bằng búa cho các lớp phủ bằng thép có chiều dày khoảng 2 mm, độ bám được đánh giá theo âm thanh khi gõ búa lên lớp phủ.

3.5.6.3. Xác định độ xốp của lớp phủ

Độ xốp là một trong những tính năng quan trọng nhất của lớp phủ. Đặc tính cấu trúc xốp và độ ổn định của nó ảnh hưởng đến những tính chất sử dụng của lớp phủ như độ dẫn điện, độ dẫn nhiệt, độ thấm khí, điện trở...

Ảnh hưởng của độ xốp tới độ bền kết cấu có hai mặt: Nếu chi tiết làm việc trong môi trường được bôi trơn đầy đủ, thì cấu trúc xốp cho phép thấm và giữ dầu bôi trơn và tăng khả năng chống mài mòn của thiết bị. Đối với lớp phủ bảo vệ thì cấu trúc xốp có ảnh hưởng xấu vì khí và chất lỏng có hại sẽ chui qua các lỗ xốp hở vào kim loại nền và phá hủy kim loại nền.

Khi nghiên cứu cấu trúc xốp của lớp phủ người ta phân biệt mấy khái niệm sau: độ xốp tổng (P), độ xốp hở (P_h), độ xốp kín (P_k) và độ xốp tản mát (P_t).

$$P = P_h + P_k + P_t \quad (5.3)$$

Độ xốp tản mát xuất hiện khi độ hòa tan của khí vào lớp phủ giảm đi khi làm nguội. Đa số các trường hợp phun phủ, các hạt bột kim loại bị chảy ra, dẫn đến sự hòa tan mạnh của oxy, nitơ và các khí khác vào kim loại lỏng. Khi lớp phủ nguội và kết tinh thì khí sẽ thoát ra nhờ cơ chế khuếch tán. Nếu khí khó thoát hẳn ra ngoài thì sẽ

động lại trong lớp phủ và tạo thành những lỗ xộp dạng cầu cực nhỏ. Những lỗ xộp này có thể phân bố theo biên các hạt và có thể nằm cả bên trong từng hạt kim loại.

Phương pháp xác định tỷ khối và độ xộp của lớp phủ:

Để xác định độ xộp (P), người ta thường xác định tỷ khối tổng (ρ) của lớp phủ theo các phương pháp sau đây:

- Cân khối lượng chất lỏng.
- Đo độ xộp thủy ngân.
- Soi kim tương (chính xác nhất cắt lớp phủ ra, soi trên kính hiển vi).

Trong các phương pháp kể trên, phương pháp cân khối lượng chất lỏng là phương pháp đơn giản và khá chính xác, được dùng rộng rãi cho các loại lớp phủ. Phương pháp này dựa trên nguyên tắc lực đẩy Acsimét.

Ta có:

$$m_p = V_p \cdot \rho_p \quad (5.4)$$

$$(m_p - m'_p) = V_p \cdot \rho_n \quad (5.5)$$

Từ đó ta có:

$$\frac{m_p}{m_p - m'_p} = \frac{\rho_p}{\rho_n} \quad (5.6)$$

⇒ Tỷ khối của lớp phủ được tính theo công thức:

$$\rho_p = \frac{m_p \cdot \rho_n}{m_p - m'_p} \quad (5.7)$$

Trong đó: m_p - khối lượng lớp phủ cân khô trong không khí (g).

m'_p - khối lượng lớp phủ cân trong nước cất (g).

ρ_p - tỷ khối của lớp phủ (g/cm^3).

ρ_n - tỷ khối của nước cất ($\rho_n = 1,0 g/cm^3$)

Vậy độ xộp tổng của lớp phủ tính theo công thức:

$$P(\%) = \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_d}\right) \cdot 100 \quad (5.8)$$

Trong đó: p (%) - độ xộp của lớp phủ (%).

ρ_d - tỷ khối đặc lý thuyết của vật liệu phủ (g/cm^3).

3.5.6.4. Đo độ cứng của lớp phủ

Độ cứng là khả năng chống lại biến dạng dẻo cục bộ của vật liệu thông qua mũi đâm. Độ cứng có các đặc điểm:

- Chỉ biểu thị tính chất của bề mặt mà không biểu thị chung cho toàn sản phẩm.

- Liên quan tới khả năng chống mài mòn của vật liệu, thông thường độ cứng càng cao thì tính chống mài mòn càng tốt.

- Có quan hệ với giới hạn bền và khả năng gia công cắt, độ cứng càng cao thì giới hạn bền càng cao và tính gia công cắt càng kém.

- Đo độ cứng đơn giản.

Có hai loại độ cứng: thô đại và tế vi, độ cứng thường dùng đều là độ cứng thô đại vì mũi đâm và tải trọng đủ lớn để làm biến dạng nhiều hạt và pha, nên giá trị đo được phản ánh khả năng chống lại biến dạng dẻo của tập hợp các hạt, pha trong vùng tiếp xúc với mũi đâm và lân cận. Khi đo độ cứng tế vi người ta phải dùng mũi đâm bé và đặc biệt là tải trọng nhỏ tác dụng vào từng hạt, thậm chí từng pha riêng rẽ với sự trợ giúp của kính hiển vi quang học.

Độ cứng được ký hiệu bắt đầu bằng chữ H (hardness) với chữ tiếp theo chỉ loại. Các phương pháp thường dùng để đo độ cứng: Brinell (HB), Rôcvel (HRC, HRA, HRB), Vicke (HV).

3.5.6.5. Đo độ mài mòn của lớp phủ

Mòn là kết quả tác dụng của ứng suất tiếp xúc hoặc áp suất khi các bề mặt tiếp xúc trượt tương đối với nhau trong điều kiện không có ma sát ướt.

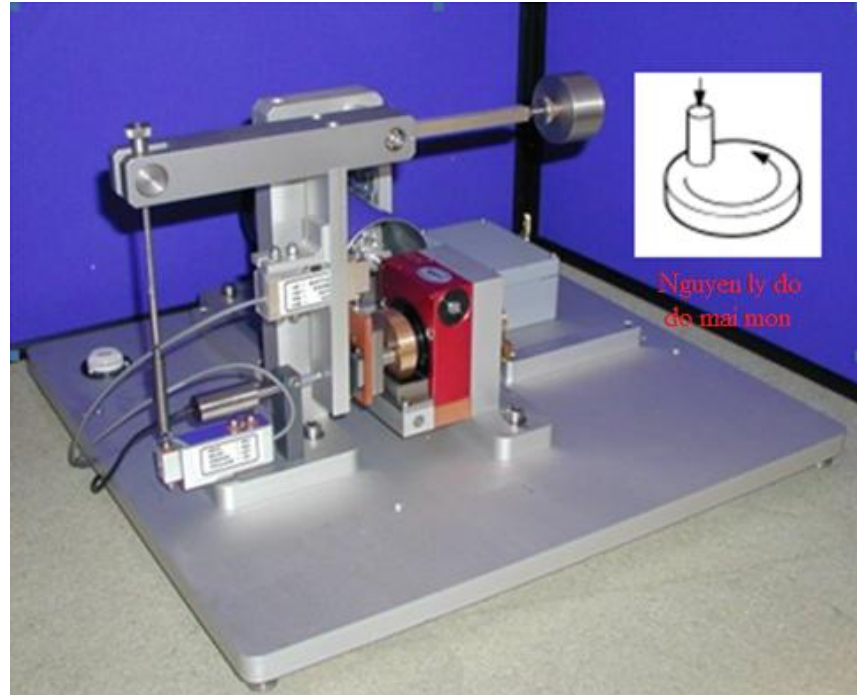
Cường độ mòn phụ thuộc vào nhiều nhân tố, mà chủ yếu là trị số ứng suất tiếp xúc hoặc áp suất, vận tốc trượt, sự bôi trơn, hệ số ma sát, tính chống mòn của vật liệu

Để nâng cao khả năng chịu mài mòn có nhiều cách: tạo độ nhám bề mặt tối ưu cho hai bề mặt tiếp xúc nhau theo điều kiện cụ thể, bôi trơn bề mặt tiếp xúc đầy đủ, dùng vật liệu giảm ma sát, dùng các biện pháp làm tăng độ cứng bề mặt... Tuy nhiên, tùy theo điều kiện làm việc cụ thể và khả năng mà ta chọn phương pháp nâng cao khả năng chịu mài mòn thích hợp.

Phương pháp và quy trình đo độ mài mòn của lớp phủ

Có nhiều phương pháp đo độ mài mòn của lớp phủ, với mỗi phương pháp đều phải sử dụng thiết bị và chuẩn bị mẫu theo một cách riêng phù hợp với phương pháp đó.

Tiêu chuẩn ASTM - G77 đo khả năng chịu mài mòn trượt của vật liệu sử dụng mẫu xoay tròn (Ranking resistance of materials to sliding wear using block-on-ring wear test).



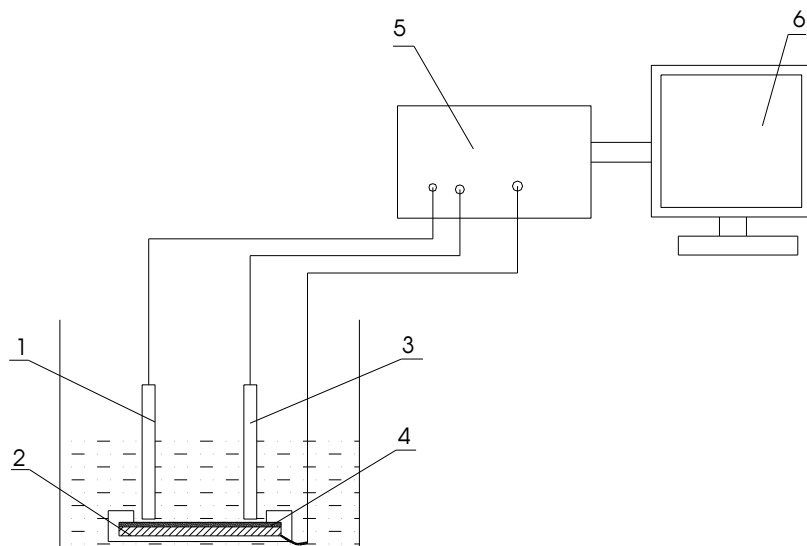
H3.26 Máy đo độ mài mòn TE97(England)

Theo tiêu chuẩn này, độ mài mòn được tính theo quá trình dịch chuyển của đầu thử lên bề mặt mẫu

Đầu thử là thép được tôi với độ cứng rất cao, một đầu tỳ lên bề mặt mẫu, một đầu được tác dụng một lực cố định. ở đây đầu thử đứng yên và tỳ lên bề mặt mẫu, cách tâm mẫu thử một khoảng xác định còn mẫu thử xoay tròn quanh tâm với một tốc độ xác định (h.5.6). Khi mẫu quay, xuất hiện lực ma sát giữa đầu thử và bề mặt mẫu, dẫn đến sự mài mòn bề mặt mẫu; khi đó đầu thử sẽ dịch chuyển sâu vào bề mặt mẫu thử. Độ dịch chuyển này rất nhỏ, không thể quan sát bằng mắt thường; tuy nhiên, trên máy do có cảm biến để đo sự chuyển dịch này và kết quả đo được sẽ được tự động ghi lại bằng phần mềm điều khiển trên máy tính.

3.5.6.6. Đo khả năng chống ăn mòn của lớp phủ

Để đánh giá một cách toàn diện về tuổi thọ của các lớp phủ trong môi trường ăn mòn người ta có thể dùng nhiều phương pháp khác nhau. Mỗi phương pháp cho những kết quả với độ chính xác tương đối khác nhau, để từ đó có thể nghiên cứu tìm ra loại lớp phủ có những đặc tính tốt nhất, có khả năng chống chịu cao trong môi trường ăn mòn.



H 3.27 . Sơ đồ nguyên lý đo điện hóa

- 1- điện cực chuẩn calomen; 2 - lớp thép nền;
- 3 - điện cực đối (HỢP KIM Ti - Pt);
- 4 - lớp phủ;
- 5 - máy đo điện hóa AUTOLAB;
- 6 - máy tính.

Phương pháp đo điện hóa thường sử dụng là do nó có ưu điểm là chính xác, nhanh. Hai phương pháp điện hóa hiện nay được dùng phổ biến là phương pháp đo tổng trở và quét đường cong phân cực.

Phương pháp quét đường cong phân cực cho ta kết quả chính xác về dòng điện và điện thế ăn mòn cũng như điện trở phân cực, từ đó có thể xác định được tốc độ ăn mòn. Trong mọi trường hợp, điện thế ăn mòn là một điểm trên đường cong phân cực, khi quét đường cong phân cực ta sẽ tìm được chính xác điểm này. Phép đo thực hiện với hệ 3 điện cực: điện cực nghiên cứu, điện cực đối là điện cực trợ từ hợp kim titan - platin, điện cực so sánh là điện cực calomen bão hòa.

Từ các số liệu dòng điện I (hoặc mật độ dòng điện i) tại các điểm trên dải quét của điện thế điện cực E , ta dựng được đồ thị của đường cong phân cực. Từ các đồ thị đó có thể xác định được các tính chất bảo vệ của lớp phủ với sự trợ giúp của chương trình phần mềm máy tính đi kèm theo thiết bị đo điện hóa AUTOLAB. Xác định tốc độ ăn mòn (mật độ dòng ăn mòn) bằng phương pháp ngoại suy hay phương pháp điện trở phân cực.

3.5.6.7. Đo khả năng chịu nhiệt của lớp phủ

a. Oxy hoá thép

Oxy hóa là một dạng ăn mòn hóa học trong môi trường xâm thực là oxy, đặc biệt là dưới nhiệt độ cao. Khi nâng cao nhiệt độ, các nguyên tử kim loại trong thép nhanh chóng tác dụng với oxy tạo thành oxyt. Sự tạo thành lớp vẩy oxyt và sự phát triển nhanh của nó sẽ nhanh chóng làm giảm tiết diện chịu tải và làm giảm độ bền. Với thép thường, khi làm việc ở trên 570⁰C, sự tạo thành lớp vẩy oxyt trở nên nhanh đột ngột do cấu trúc chủ yếu là FeO xốp, không có tính bảo vệ. Vì vậy, phải hợp kim hoá thép bằng Cr, Mo, Si để tạo nên các oxyt tương ứng với cấu tạo xít chặt có tính bảo vệ cao; nhiệt độ làm việc càng cao lượng nguyên tố kể trên, đặc biệt là Cr càng phải cao. Xét về phương diện này các thép không gỉ không ít thì nhiều đều là thép bền nóng.

b. Phương pháp đo khả năng chịu nhiệt của lớp phủ

Dùng phương pháp cân mẫu sau khi lớp phủ bị oxy hoá do nung nóng để xác định mức độ tăng trọng lượng tương đối (mg/cm²) của mẫu. Từ đó có thể đánh giá được mức độ oxy hóa của lớp phủ theo thời gian.

3.5.6.8. Khảo sát các tính chất khác của lớp phủ

Ngoài các tính chất trên, tùy theo trường hợp cụ thể khảo sát các tính chất khác của lớp phủ: tính dẫn điện, cách điện, dẫn nhiệt, chịu nhiệt...

3.5.7. Các yêu cầu về an toàn lao động

1/- Tiếng ồn

Khi phun phủ kim loại phải sử dụng khí nén, do đó sẽ tạo ra tiếng ồn lớn. Tùy theo từng kiểu thiết bị phun, vật liệu phun và các thông số hoạt động của máy mà mức tiếng ồn khác nhau. Mức tiếng ồn đo được cách sau vòi phun một mét đối với phun hồ quang điện thường là (102 ÷ 106)dB, quá ngưỡng chịu đựng của tai người. Khi phun nổ thì mức độ ồn cao nhất do kênh sóng nổ tạo nên. Do vậy, khi phun nhất thiết phải đeo thiết bị bảo vệ tai.

Áp lực khí nén rất lớn nên không được chĩa thẳng vào người.

2/- ánh sáng

Hồ quang điện hoặc plasma phát ra các tia cực tím rất có hại cho các mô tế bào của cơ thể nên buồng phun và các tấm chắn cần được lắp kính màu có khả năng hấp thụ tia cực tím. Nếu không có phòng riêng biệt dành cho phun hồ quang, cần có các tấm chắn quanh chỗ làm việc khi vận hành máy.

Khi phun, để bảo vệ mắt tất cả mọi người phải đeo kính bảo vệ (loại kính chuẩn dành cho hàn hồ quang). Ngoài ra, phải mặc quần áo bảo hộ, đeo gang tay...

3/- Khói và bụi

Khi vật liệu nóng chảy sẽ sinh ra nhiều bụi và khói. Người vận hành máy phải đội mũ chụp với kính để chống hồ quang. Hệ thống cấp khí cho người đội sẽ giúp giảm tối thiểu việc hít phải các hơi vật liệu.

Ngoài ra, trong phân xưởng phun kim loại phải được trang bị các thiết bị hút bụi, hút khí độc hại và phải thông gió tốt để luôn đem đến không khí sạch cho toàn bộ phân xưởng

Các mối nguy hiểm:

- Bụi polyme, ceramic tích tụ trong người sẽ gây ung thư.
- Bụi kim loại dễ kết tụ lại nên cần thường xuyên lau chùi máy và nơi làm việc (đặc biệt đối với nhôm).
- Một số vật liệu như Al, Zn, các kim loại kiềm dễ phản ứng với nước và giải phóng H_2 . Đây là phản ứng dễ gây nổ nên phải cẩn thận khi rửa máy bằng nước.
- Hơi Zn, Cu rất có hại khi ngửi và dễ gây dị ứng nên cần có các biện pháp y tế ngay khi hít phải.

4/- Điện

Thiết bị phun hồ quang điện làm việc ở hiệu điện thế thấp ($< 45V$ - DC) nhưng cường độ dòng điện làm việc rất lớn. Các khối nguồn được kết nối với nguồn xoay chiều ($380 \div 440$)V và an toàn với tay người cầm khi thiết bị làm việc bình thường. Tuy nhiên cần phải thực hiện đầy đủ các quy định an toàn về điện.

5/- Bình áp lực

Đối với các bình chứa axetylen, bình chứa oxy phải chú ý đến các quy định an toàn tránh gây nổ.

6/- Các nguyên tắc an toàn khi phun

- Cầm súng phun thật cẩn thận.
- Không chĩa súng vào người khác hay các vật dễ cháy.

➤ 3. Phân loại mòn

Đặc trưng cho quá trình hư hỏng cơ học là sự mài mòn. Đặc trưng cho sự tác dụng hoá lý gọi là ăn mòn (hay sự gỉ). Mòn nói chung được phân loại thành 3 loại :

a- Mòn cơ học (còn có tên gọi mài mòn): là dạng mòn do các tác dụng cơ học. Đây là dạng hư hỏng do va chạm, mài mòn do tróc dính, do sự phá huỷ các bề mặt liên quan đến sự hao mòn vật liệu. Các giai đoạn mài mòn được biểu thị như hình sau đây :

b - Mòn dưới tác dụng của môi trường: Mòn do dòng chất lỏng, dòng khí hoặc hoá chất. Mòn dạng này có thể do các chất trên họ tan khuếch tán hay thẩm thấu theo thời gian vào chi tiết máy; cũng có thể do tác dụng hoá học, do các tác dụng của áp lực có chu kỳ hoặc không chu kỳ tiếp xúc với chi tiết... Các dạng mòn trên được gọi là

ăn mòn kim loại. Dựa theo môi trường có chất điện ly hay không mà người ta chia ra : ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá.

c - Dạng thứ 3 là dạng kết hợp cả cơ học và ăn mòn vật liệu: dưới tác dụng của các môi trường. Dạng mài mòn (mòn cơ học) thường xuất hiện trên các bề mặt khô tiếp xúc có chuyển động tương đối với nhau, đặc biệt các bề mặt lắp ghép quá chặt, ma sát lớn, ... Mòn cơ học xuất hiện khi có chuyển động của kim loại trên kim loại hay có môi trường các chất phi kim loại chuyển động trên nó. Trong thực tế người ta phân mòn cơ học ra các loại như sau:

+ Sự phá huỷ bề mặt do tróc dính (tróc loại 1)

Do ma sát hình thành các mối liên kết cục bộ, gây biến dạng và phá hỏng mối liên kết đó (quá tải cục bộ). Xuất hiện chủ yếu ở ma sát trượt, tốc độ dịch chuyển nhỏ, thiếu bôi trơn làm áp suất cục bộ tăng quá giới hạn chảy.

+ Sự phá huỷ bề mặt do tróc nhiệt (tróc loại 2 hay mài mòn nhiệt)

Do ma sát nhiệt độ tăng đáng kể hình thành các mối liên kết cục bộ, gây biến dạng dẻo rồi phá hỏng mối liên kết ấy (quá tải nhiệt). Dạng này xuất hiện chủ yếu do chuyển dịch tương đối lớn và áp lực riêng p tăng, cấu trúc kim loại xảy ra hiện tượng kết tinh lại, ram, tôi cục bộ. Tróc loại 2 còn tuỳ thuộc vào độ bền, tính dẫn nhiệt, độ cứng của vật liệu ...

+ Sự phá huỷ do môi : đây là dạng mài mòn rỗ hay pitting.

Do tác động của ứng suất biến đổi chu kỳ, ứng suất tăng lên và lớn hơn giới hạn đàn hồi. Hiện tượng này xảy ra do mối liên kết ma sát không liên tục, nó xảy ra trong từng phần của của bề mặt tiếp xúc. Phá huỷ do môi thường gặp ở những bề mặt có nứt tế vi, vết lõm sâu, độ bóng thấp hoặc không đồng đều. Dạng mòn này thường xảy ra khi có ma sát lăn, trên bề mặt của ổ lăn vụn ổ trượt, trên bề mặt của bánh răng,...

+ Phá huỷ bề mặt do xói mòn kim loại (Mòn do tác dụng của môi trường các dòng chảy). Là sự phá huỷ các bề mặt do lực tác dụng va đập và lập lại nhiều lần hoặc thời gian kéo dài, áp lực lớn của dòng chất lỏng, dòng khí, dòng chuyển động của bột mài, sự phóng điện hoặc chùm tia năng lượng ... chúng làm cho quá trình mòn do ma sát phức tạp thêm.