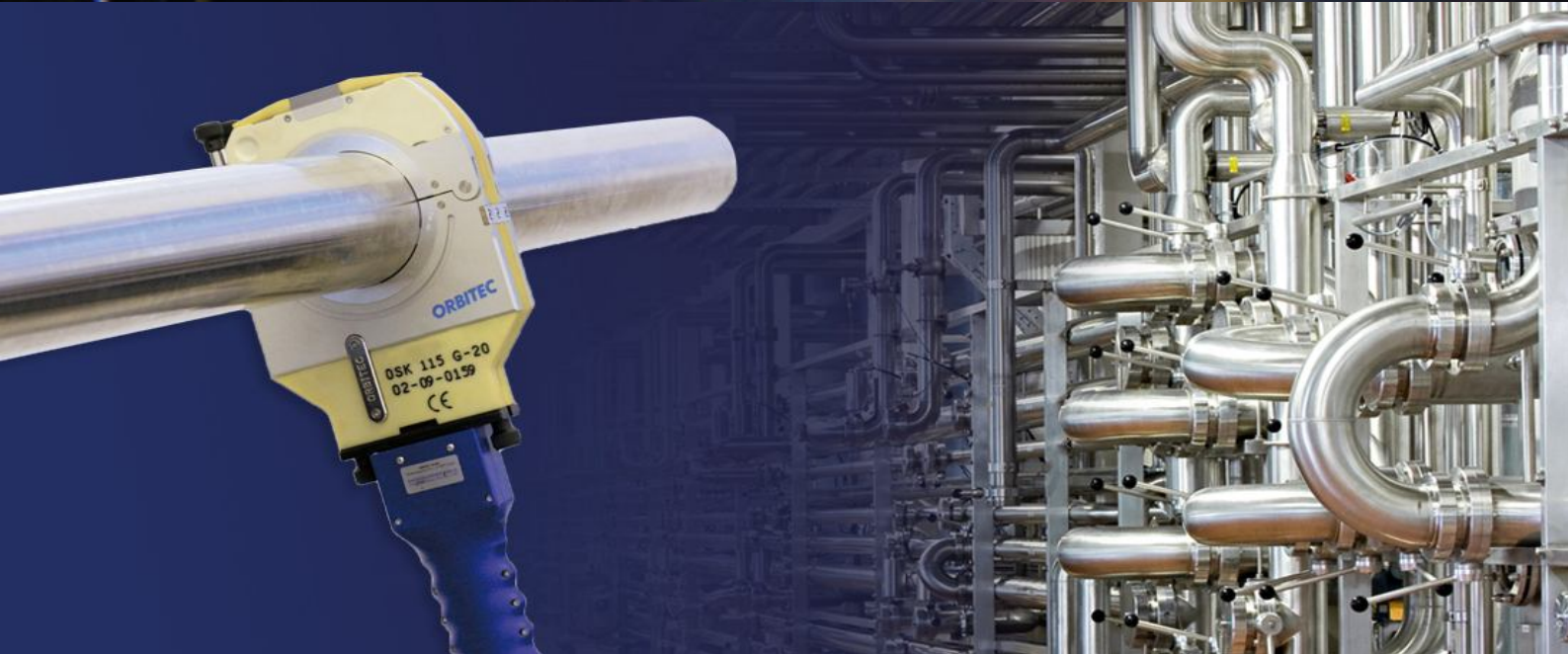
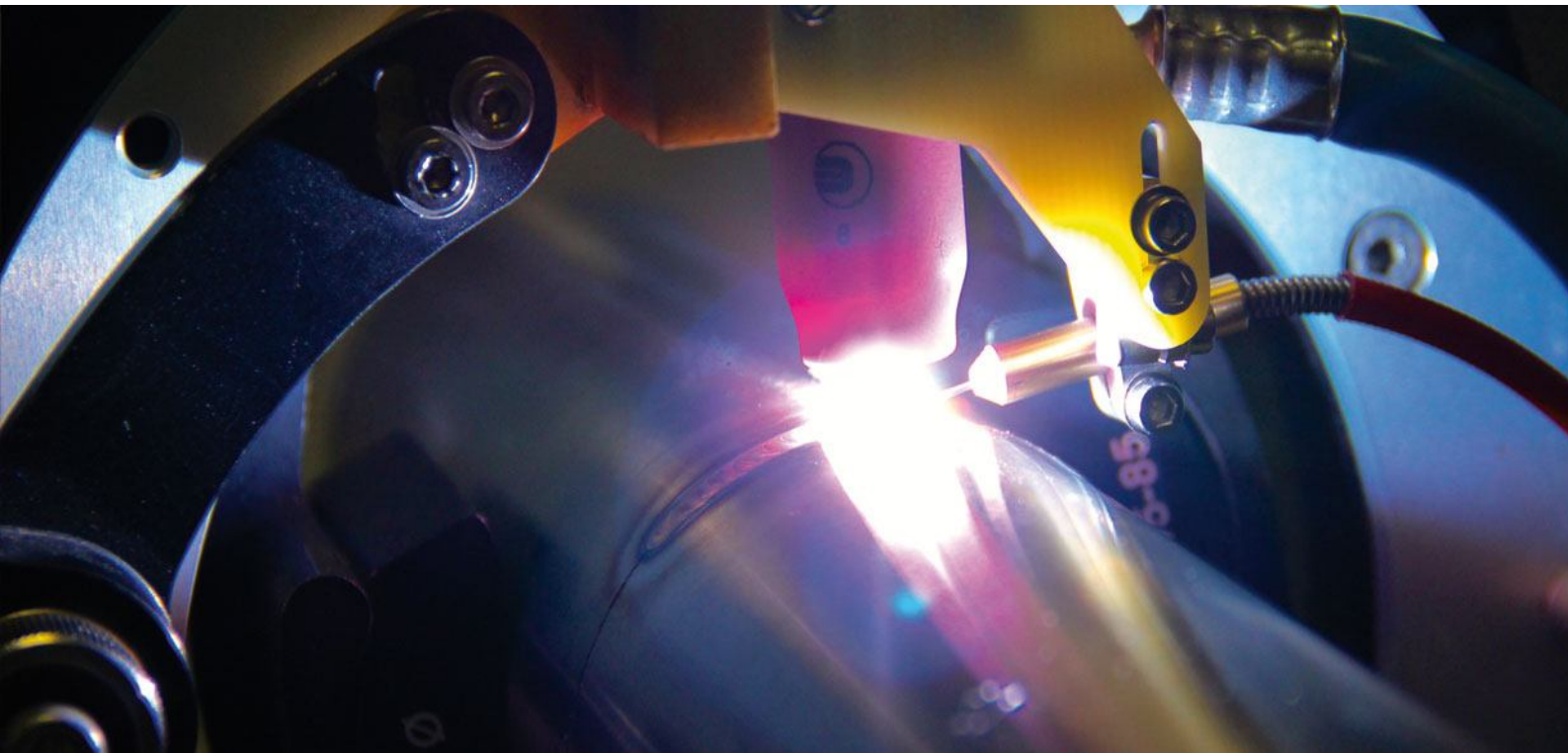


# THE ORBITAL WELDING HANDBOOK

SỔ TAY MÁY HÀN ỐNG QUỠ ĐẠO



Made in Germany  
**ORBITEC**  
orbital welding

**BN**  
High performance

Made in Germany

DIN EN ISO  
9001 certified

since  
1984

Bản tiếng việt 08.2018

Các hình ảnh của khách hàng trong tài liệu nhằm mục đích giải thích thêm ứng dụng của máy, tên của khách hàng hay nhà máy không được đề cập để đảm bảo vấn đề bảo mật thông tin riêng tư. Các nguồn tài liệu được chúng tôi biên soạn được dẫn lấy từ hãng Orbitec và các nguồn khác nhau được chúng tôi trích dẫn trong phần tham chiếu ở cuối cuốn sách.

CÔNG TY TNHH TƯ VẤN KỸ THUẬT 3N (3N TECH)

[www.3ntechvietnam.com](http://www.3ntechvietnam.com)

[info@3ntechvietnam.com](mailto:info@3ntechvietnam.com)

Hotline: 0917 726 192



## NỘI DUNG

1.	Lời nói đầu	5
2.	Hàn quỹ đạo là gì?	5
3.	Sơ lược lại kỹ thuật hàn TIG	6
4.	Các đặc điểm kỹ thuật của công nghệ hàn ống quỹ đạo	9
5.	Những lý do lựa chọn hàn quỹ đạo	16
6.	Ứng dụng hàn quỹ đạo	17
7.	Các thiết bị và thành phần của máy hàn quỹ đạo	18
8.	Giới thiệu về hãng Orbitec	23
9.	Câu chuyện thành công của hãng dẫn đầu xử lý nước (RO) tại Ireland	24
10.	Phụ lục 1: Bảng tra đường kính ngoài của ống tiêu chuẩn	25
11.	Phụ lục 2: Tầm quan trọng Vát J trong hàn ống quỹ đạo.	26
12.	Phụ lục 3: So sánh tính kinh tế của hàn tự động và hàn thủ công	28
13.	Phụ lục 4: Tiêu chuẩn chấp nhận mối hàn ống	30
14.	Phụ lục 5: Tiêu chuẩn chấp nhận trực quan bên trong ống do biến đổi nhiệt	31
15.	Phụ lục 6: Chứng chỉ hàn quỹ đạo	33
16.	Phụ lục 7: Bảng tra chiều dài kim hàn TIG	34
17.	Phụ lục 8: Bảng tra khe hở hồ quang và lưu lượng khí argon đầu hàn	35
18.	Phụ lục 9: Quy trình hàn orbital	36
19.	Phụ lục 10: Các lỗi hay xảy ra và cách khắc phục	37
20.	Tham Chiếu	38





## 1. Lời mở đầu

Công nghệ hàn TIG quỹ đạo đã được nhiều doanh nghiệp Việt Nam quan tâm trong những năm trở lại đây do nhu cầu ngày càng cao cũng như những đòi hỏi về mặt công nghệ được nâng lên tại các dự án, đặc biệt là các dự án có vốn đầu tư nước ngoài. Mặc dù hiệu quả của nó đã được chứng minh nhưng nhiều doanh nghiệp vẫn còn thiếu thông tin đầy đủ về nó, cũng như những hiểu nhầm về hạn chế của công nghệ hàn Robot nói chung và hàn ống quỹ đạo nói riêng. Do đó chúng tôi mong muốn phát hành cuốn sách nhỏ này để cung cấp những thông tin cơ bản về công nghệ hàn quỹ đạo này bao gồm: quy trình hàn, các thiết bị liên quan, các

phương pháp tiếp cận về mặt kỹ thuật hàn, các ứng dụng và hạn chế của phương pháp này. Trong bài viết chúng tôi sẽ minh họa bao gồm các hình thực tế tại Việt Nam và nước ngoài. Để có thể nhận được câu trả lời nhanh chóng cho các ứng dụng riêng của bạn hoặc nhờ tư vấn vui lòng liên lạc ngay với chúng tôi qua email [info@3ntechvietnam](mailto:info@3ntechvietnam) hoặc số điện thoại trên website.

## 2. Hàn quỹ đạo là gì?

Hàn quỹ đạo (orbital welding) được sử dụng đầu tiên vào những năm 1960 khi ngành công nghiệp hàng không nhận thấy sự cần thiết phải có một kỹ thuật hàn ưu việt hơn cho toàn bộ đường ống thủy lực hàng không vũ trụ. Một kết cấu cơ khí được phát triển trong đó hồ quang từ điện cực không nóng chảy quay quanh mối hàn ống. Dòng điện hàn được điều chỉnh qua hệ thống điều khiển tự động cho toàn bộ quá trình hàn. Kết quả là một phương pháp hàn chính xác hơn, đáng tin cậy hơn phương pháp hàn tay đã được thay thế. Hàn quỹ đạo trở nên thích hợp cho rất nhiều ngành công nghiệp vào đầu những năm 1980 khi việc kết hợp hệ thống kiểm soát và nguồn cấp được phát triển để vận hành từ 110 VAC và kích thước đủ nhỏ để mang từ nơi này sang nơi khác tại công trình cho nhiều mối hàn yêu cầu phải hàn tại chỗ.

Ngày nay hệ thống hàn quỹ đạo orbital hiện đại bao gồm hệ thống điều khiển máy tính nơi các thông số hàn được lưu trữ trong bộ nhớ cho nhiều ứng dụng hàn đa dạng. Khi cần có thể gọi lệnh cho từng ứng dụng cụ thể. Kỹ năng của thợ hàn bậc cao đã được xây dựng vào hệ thống hàn, tạo ra một số lượng các mối hàn đồng nhất và ít lỗi, ít khuyết tật một cách đáng kể. Đây là một phương pháp hàn khá kinh tế và năng suất.



Fig. 4. Components of the orbital welding station:  
A- controller, B- closed welding head

Những nội dung được đề cập trong bài viết này khi đề cập đến hàn quỹ đạo hay hàn orbital nghĩa là chúng tôi đề cập đến phương pháp hàn TIG quỹ đạo. Hàn quỹ đạo ngay từ đầu được phát triển là cho hàn TIG, sau này còn có các phương pháp hàn quỹ đạo kết hợp nhiều kỹ thuật hàn khác nhau. Mặc dù vậy khi nhắc đến hàn quỹ đạo người ta nghĩ ngay đến hàn TIG nhiều hơn.

### 3. Tóm tắt lại phương pháp hàn TIG

Hàn hồ quang điện cực không nóng chảy trong khí trơ bảo vệ (GTAW) “Là phương pháp hàn hồ quang sử dụng hồ quang giữa một điện cực Tungsten (không nóng chảy) và bề hàn. Phương pháp này được sử

dụng cùng với khí bảo vệ và không dùng áp lực. Kim loại điền đầy có thể được dùng hoặc không cần dùng”.

#### 3.1 Ưu điểm của phương pháp hàn TIG

1. Phương pháp hàn GTAW tạo ra các mối hàn có chất lượng rất cao trong gần như tất cả các kim loại và hợp kim.
2. Trở nên rất đơn giản, nếu hoàn toàn các vị trí hàn được làm sạch có hiệu quả.
3. Hồ quang và bề hàn có thể nhìn thấy rõ ràng đối với thợ hàn.
4. Nó cho phép điều khiển tách biệt nguồn năng lượng và kim loại điền đầy
5. Kim loại điền đầy không chuyển dịch trong cột hồ quang, do vậy bề hàn nhỏ và không bắn tóe, dễ điều khiển và khống chế.
6. Việc hàn có thể được thực hiện ở mọi vị trí trong không gian.
7. Nó có thể sử dụng để hàn hầu hết các loại kim loại, kể cả các liên kết kim loại không đồng nhất.

#### 3.2 Nhược điểm của phương pháp hàn TIG

1. Tốc độ đông cứng chậm hơn so với các phương pháp hàn có điện cực nóng chảy.
2. Thợ hàn phải khéo tay hơn và phối hợp nhịp nhàng hơn so với hàn GMAW hay SMAW khi hàn tay.
3. Ít tiết kiệm hơn so với sử dụng các phương pháp có que hàn nóng chảy đối với các phân đoạn hàn dày trên 3/8 (10mm).
4. Khó che chắn khu vực hàn một cách thích hợp ở những nơi có gió lùa.
5. Năng suất hàn thấp.
6. Giá thành tương đối cao do năng suất thấp.

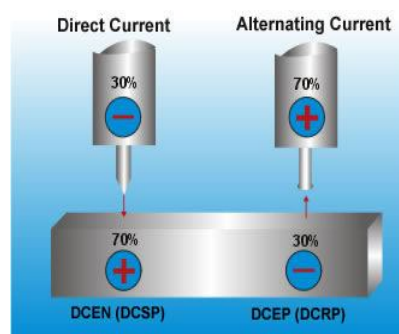
#### 3.3 Dòng hàn sử dụng

Hai loại dòng điện được áp dụng trong kỹ thuật hàn TIG:

- Dòng điện một chiều (DC) thường được sử dụng nhất để hàn gần như tất cả các loại vật liệu.
- Dòng điện xoay chiều (AC) được ưu tiên cho hàn nhôm và các hợp kim nhôm.

**Dòng một chiều:** đối với dòng một chiều sẽ có hai kiểu kết nối, đó là phân cực thuận DCEN – Điện cực ở cực âm và phân cực nghịch DCEP – Điện cực ở cực dương (theo quy ước hàn hồ quang). Tuy nhiên, phân cực nghịch ít được dùng trong hàn TIG do kiểu đầu dây này gây nhược điểm là hồ quang không ổn định, chiều sâu kém và chóng mòn điện cực. Ưu điểm lớn nhất của phương pháp này đó là tác động làm sạch lớp oxit trên bề mặt vật liệu, phù hợp với hàn các kim loại dễ bị oxy hóa như là nhôm và magie. Tuy nhiên, đối với hầu hết các kim loại thì đều không cần đến quá trình này do đó trong hàn TIG chủ yếu là phương pháp phân cực thuận. Phân cực thuận tạo hồ quang ổn định, chiều sâu thấu tốt hơn so với phân cực nghịch, dẫn đến mối hàn ít bị ứng suất cũng như ít biến dạng hơn.

Hàn quỹ đạo sử dụng phân cực thuận DCEN.



**Dòng xoay chiều:** dĩ nhiên xoay chiều sẽ là sự kết hợp của cả phân cực thuận và phân cực nghịch. Do đó, vào nửa chu kỳ phân cực nghịch, nó cũng giúp tẩy bỏ lớp oxit ở trên bề mặt. Vì thế khi hàn những kim loại như nhôm, magie, và đồng thanh berili thường ưu tiên dùng dòng AC hơn dòng DC phân cực nghịch. Đối với kim loại này, việc tẩy bỏ oxit ở bề mặt đóng vai trò rất quan trọng để thu được các mối hàn sạch và đẹp.

### 3.4 Điện cực Vonfram (Tungsten electrodes)

Điện cực Vonfram được dùng làm điện cực do tính chịu nhiệt cao, nhiệt độ nóng chảy cao (3410 0C), phát xạ điện tử tương đối tốt, làm ion hóa hồ quang và duy trì tính ổn định hồ quang, có tính chống oxy hóa rất cao.

Các 3 loại Điện cực Vonfram có thể được sử dụng: **Tungstène Thorium** (chứa 1 đến 2 % thorium {ThO<sub>2</sub>} - đuôi sơn màu đỏ): có khả năng bức xạ electron cao do đó dòng hàn cho phép cao hơn và tuổi thọ được nâng cao đáng kể. Khi dùng điện cực này hồ quang dễ mồi và cháy ổn định, tính năng chống nhiễm bẩn tốt, dùng với dòng một chiều (DC) áp dụng khi hàn thép hoặc inox.

### 3.5 Kích thước hình học điện cực

Hình dạng và cách mài điện cực có ảnh hưởng quan trọng đến sự ổn định và tập trung của hồ quang hàn. Điện cực được mài trên đá mài có cỡ hạt mịn và mài theo hướng trục như hình vẽ.

Nói chung chiều cao mài tốt nhất là từ 1,5 đến 2,5 lần đường kính điện cực. Khi mài xong phần côn thì cần **làm tù đầu côn** một chút để bảo vệ điện cực khỏi sự phá hủy của mật độ dòng điện quá cao. Cách thức ưa chuộng là làm phẳng mũi điện cực. Qui tắc chung là: Góc mài càng nhỏ (Điện cực càng nhọn) thì độ ngấu sâu của vũng chảy càng lớn và bề rộng vũng chảy càng hẹp. Cách mài ở hình bên.

Bạn có thể sử dụng máy mài chuyên dùng hoặc mài 2 đá để mài. Tuyệt đối không dùng máy mài góc, không dùng đĩa mài.

Với hàn quỹ đạo thì góc mài phổ biến 18 độ cho kim hàn 1.6 mm và 30 độ cho kim hàn 2.4 mm.

### 3.6 Khí hàn/ Khí bảo vệ và Khí làm sạch bên trong môi hàn

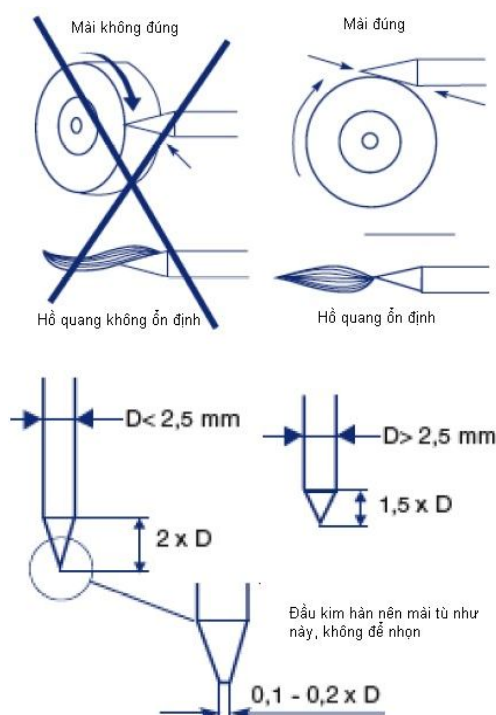
Khí hàn và khí bảo vệ bên trong ống tốt nhất là khí argon nguyên chất.

Không có một quy tắc nào khống chế sự lựa chọn khí bảo vệ đối với một công việc cụ thể. Ar, He hoặc hỗn hợp của chúng đều có thể sử dụng một cách thành công đối với đa số các công việc hàn, với sự ngoại lệ là khí hàn trên những vật cực mỏng thì phải sử dụng khí Ar.

**Tungstène Cerium** (2% cerium {CeO<sub>2</sub>} - đuôi sơn màu cam): **nó không có tính phóng xạ**, hồ quang dễ mồi và ổn định, có tuổi bền cao hơn, dùng tốt với dòng DC hoặc AC.

**Tungsten Lathanum** {La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>} có tính năng tương tự tungsten cerium.

Hiện nay điện cực Cerium được sử dụng nhiều nhất trong hàn orbital.



Ar thường cung cấp hồ quang êm hơn là He. Thêm vào đó, chi phí đơn vị thấp và những yêu cầu về lưu lượng thấp của Ar đã làm cho Ar được ưa chuộng hơn từ quan điểm kinh tế.

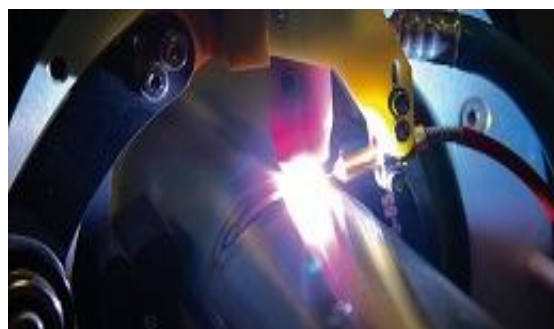
### 3.7 Năng lượng hàn

Trong hàn tay, để có được mức nhiệt cụ thể, thợ hàn phải giữ cho chiều dài hồ quang liên tục ở một mức cụ thể, bởi vì điện áp hồ quang duy trì không đổi ở cường độ dòng hàn mong muốn. Nhưng ngoài ra, khi nhiệt hàn cung cấp để nóng chảy bị ảnh hưởng đáng kể bởi tốc độ di chuyển, thợ hàn tay phải hoàn thành mỗi hàn trong một khoảng thời gian cố định. Chỉ có nhân viên hàn được đào tạo tốt với kỹ năng xuất sắc mới có thể đáp ứng các yêu cầu này.

Không thể đo được nhiệt cung cấp thực tế, nhưng có thể tính toán được lượng nhiệt cần thiết. Nhiệt cung cấp ảnh hưởng đến tốc độ làm mát và HAZ (Khu vực bị ảnh hưởng bởi nhiệt) của mỗi hàn. Nhiệt cung cấp thấp hơn cho phép chúng ta có được tốc độ làm mát nhanh hơn và HAZ nhỏ hơn.

Với tốc độ làm mát nhanh, sự thay đổi vi cấu trúc của kim loại cơ bản như gia tăng hạt hàn hoặc hạt kết tủa có thể được giảm thiểu, tránh mất quá nhiều độ bền cơ học hoặc khả năng chống ăn mòn.

Trong hàn TIG tự động, các thông số quá trình hàn như điện áp hồ quang và cường độ dòng hàn, cũng như tốc độ hàn và tốc độ cấp dây bù được kiểm soát và giữ không đổi bởi các thiết bị vi xử lý điện tử bên trong nguồn hàn do đó nó không khó khăn gì để đạt được.



### Tính toán năng lượng nhiệt cấp trong quá trình hàn

$$Q = \left( \frac{V \times I \times 60}{S \times 1000} \right) \times \text{Efficiency}$$

Nhiệt cung cấp trên một đơn vị chiều dài của mỗi hàn.

Trong đó

Q: Nhiệt năng cung cấp (Kj/mm)

V: Điện áp (V)

I: Cường độ dòng điện (A)

S: Tốc độ hàn (mm/phút)

Hệ số Efficiency phụ thuộc vào quá trình được sử dụng, với hàn Tig orbital (hàn quỹ đạo) hệ số là 0.6- 0.8. Tức là 60% đến 80% nhiệt sinh ra bởi hồ quang điện là làm nóng chảy vật liệu nền (phôi), còn lại 20% đến 40% thoát ra do bức xạ, làm nóng đuốc hàn hay đầu hàn, mất mát do khí bảo vệ...

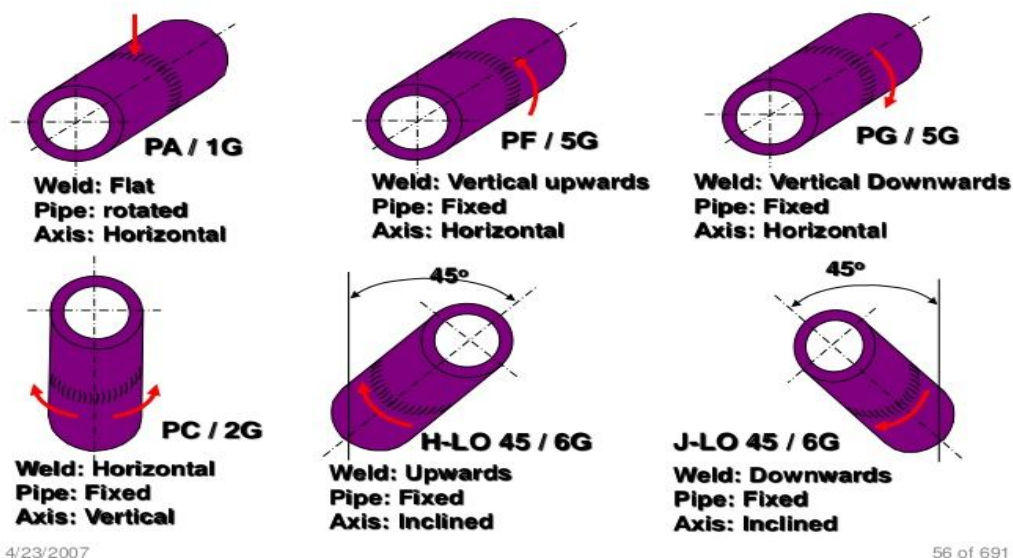


## 4. Các đặc điểm kỹ thuật của công nghệ hàn ống quỹ đạo

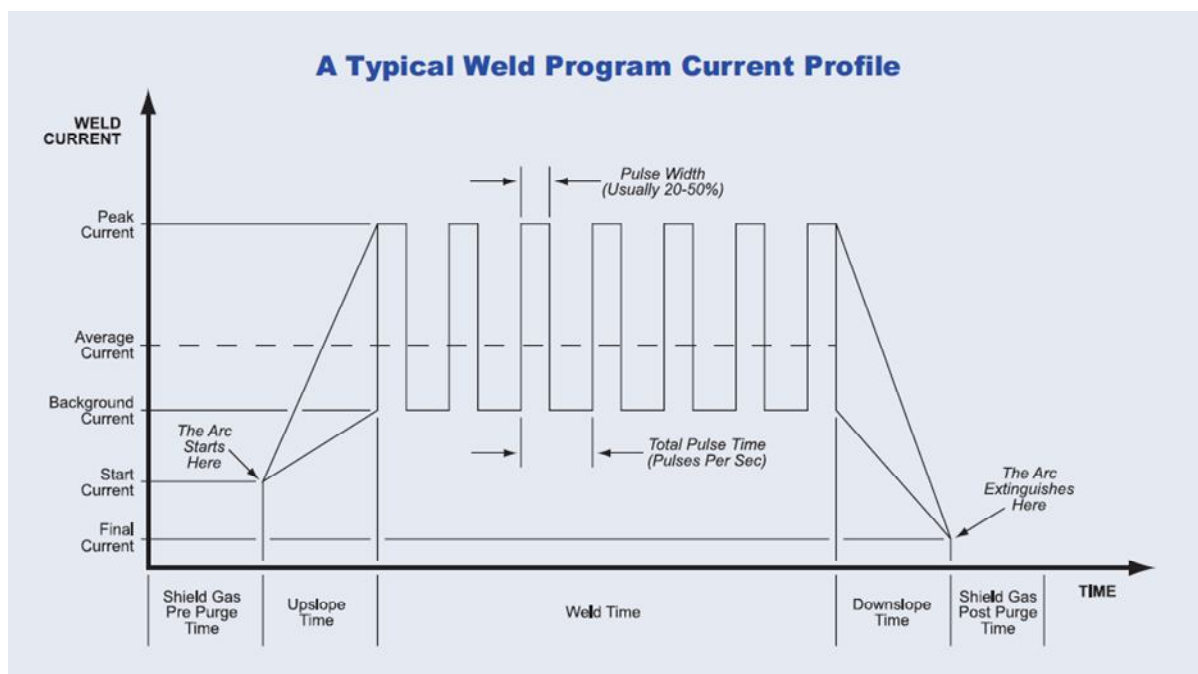
### 4.1 Các vị trí ống có thể hàn

Theo tiêu chuẩn ASME và European Standards EN 287 / EN ISO 6947 để cập đến các vị trí này.

## Pipe Welding Positions 2.17



### 4.2 Dòng hàn xung



Xung hồ quang liên quan đến việc sử dụng các nguồn điện hàn để nhanh chóng thay thế dòng hàn từ mức cao (peak current) đến giá trị thấp hơn (background current). Điều này tạo ra một đường vảy hàn chồng lên nhau.

Điều này làm giảm nhiệt đầu vào đến vật liệu nền và còn có thể cho phép tăng tốc độ hàn. Kỹ thuật hàn này mang lại nhiều lợi ích cho quá trình hàn, thường xuyên nâng cao chất lượng mỗi hàn và khả năng lặp lại.

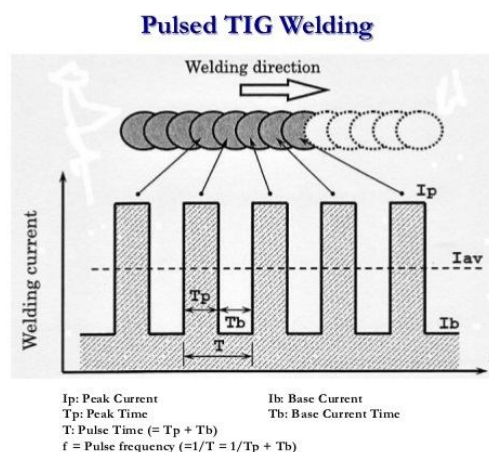
Trong một số trường hợp vật liệu và mối ghép hàn không tốt sẽ rất khó để hàn thành công với kiểu hàn không xung nhưng lại có thể dễ dàng được hàn với kỹ thuật hồ quang xung. Kết quả là cải thiện chất lượng mối hàn và gia tăng năng suất hàn.

Trong hàn quỹ đạo orbital, xung hồ quang cũng cung cấp một lợi thế do thực tế rằng lực hấp dẫn kéo vũng hàn theo các hướng khác nhau vì các mối hàn được tạo ra hình thành xung quanh ống. Khi xung ở dòng hàn cực đại (peak current), vật liệu nền sẽ nóng chảy và chảy vào nhau, ở dòng thấp hơn (background current) vũng hàn có thể hóa rắn trước khi trở nên lỏng ở xung dòng cực đại tiếp theo. Điều này làm giảm tác dụng của trọng lực trên các mối hàn nóng chảy, giảm thiểu các mối hàn bị chảy vũng ở các vị trí 12 giờ và 6 giờ, và làm giảm các vũng hàn đã nóng chảy bị giảm xuống dốc tại các vị trí 3 giờ và 9 giờ, làm ảnh hưởng khoảng cách từ điện cực (kim hàn) đến vũng hàn. Kỹ thuật xung hồ quang như vậy trở nên có lợi hơn vì nếu độ dày ống tăng dẫn đến vũng hàn lớn hơn.

**Tham số xung hồ quang:** Xung hồ quang liên quan đến bốn thông số hàn: dòng hàn cực đại (peak current), dòng hàn cơ sở (background current), độ rộng xung (pulse width hay duty cycle), và tần số xung (pulse frequency).

Điều quan trọng là phải hiểu làm thế nào để lựa chọn các thông số bắt đầu để phát triển mối hàn một cách thuận tiện và ảnh hưởng trên các mối hàn bằng cách thay đổi từng thông số.

Mục đích chính là để sử dụng những lợi ích của xung hàn để nâng cao chất lượng mối hàn và năng suất.



**Tỷ lệ dòng điện cực đại/dòng điện nền:** Tỷ lệ này cơ bản cung cấp khả năng cho dòng hàn tạo xung từ cung này sang cung khác (1 vòng tròn quanh ống chia làm 4 cung chẳng hạn). Ngành công nghiệp thường dùng tỷ lệ thay đổi từ 2: 1 đến tỷ lệ 5: 1 tỷ. Một điểm khởi đầu tốt là sử dụng tỷ lệ 3: 1, thực hiện các mối hàn được yêu cầu và kiểm tra các thông số khác để xem nếu nhận thấy bất kỳ kết quả nào đạt được.

**Tần số xung:** tần số xung phụ thuộc vào vị trí điểm hàn chồng lên nhau được yêu cầu. thông số khởi đầu tốt là cố gắng cho lớp chồng đạt 75%. Tốc độ xung cho ống mỏng thường là bằng với tốc độ hàn đo theo ipm (5 ipm = 5 pps)

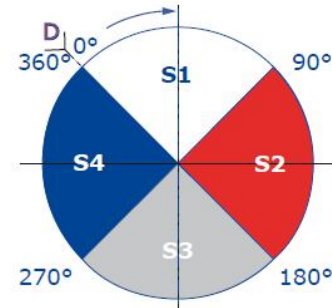
**Độ rộng xung:** Độ rộng xung (tỷ lệ phần trăm thời gian trải qua cho dòng hàn cực đại) phụ thuộc vào độ nhạy nhiệt của vật liệu và dòng hàn sẵn có từ nguồn cung cấp điện. Độ nhạy nhiệt cao hơn đòi hỏi độ rộng xung thấp hơn x % dòng cực đại. Độ rộng xung chuẩn là thường 20% đến 50%. Một thông số khởi đầu tốt sẽ được thiết lập chiều rộng xung 35%.

### 4.3 Các mức dòng hàn (Weld Current Levels)

Thông thường hàn orbital sử dụng nhiều cấp độ dòng điện hàn để bù đắp cho phần nhiệt đã tích tụ vào bên trong ống trong suốt quá trình hàn. Nếu dòng điện hàn được tiến hành ở cùng một mức cấp độ dùng để tạo độ ngẫu cho mỗi hàn, độ ngẫu sẽ gia tăng theo mỗi hàn chạy quanh ống, tạo ra quá nhiều độ ngẫu.

Hàn orbital sẽ sử dụng tối thiểu 4 mức thời gian (trên 4 cung) hàn với mỗi mức giảm cường độ dòng điện hàn.

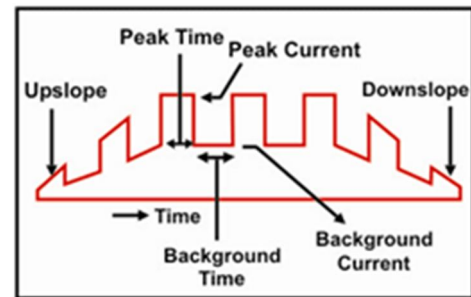
Tham số ban đầu: Thiết lập cường độ dòng hàn ở cấp độ 4 là 80% của cấp độ 1. Thiết lập cấp độ 2 và cấp độ 3 để từng bước giảm dần cường độ từ cấp 1 đến cấp độ 4.



### 4.4 Chức năng Downslope (Đổ dốc) :

Để tránh xuất hiện lỗi hay giống như miệng núi lửa ở cuối mỗi hàn, dòng hàn không được gián đoạn hay ngắt ngay lập tức mà phải giảm tuyến tính từ từ và sau đó được ngắt. Quá trình này đã được máy lập trình sẵn.

Sau khi hàn xong 360 độ sẽ được chạy thêm 8-10 độ để giảm tuyến tính qua điểm trùng ban đầu. Vì thế hãy để máy dừng hoàn toàn.



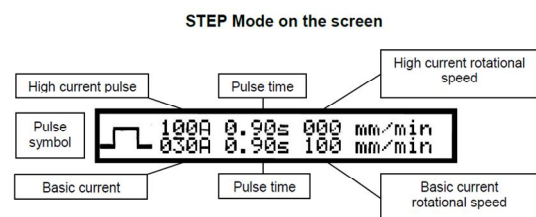
### 4.5 Chức năng hàn bước (step welding)

Chức năng này dành cho ống có độ dày trên 2 mm hoặc vật liệu 2 ống khác nhau hoặc không cùng độ dày.

Với chế độ hàn bước, không chỉ dòng hàn là được xung mà cả chuyển động quay của đầu hàn hay điện cực (kim hàn) cũng được xung. Xung của dòng hàn và xung của chuyển động quay của kim hàn được liên kết với nhau làm một, quá trình này được đồng bộ hóa.

Ví dụ: Lập trình hàn bước cho dòng hàn xung với dòng hàn đỉnh là 100A và dòng hàn nền là 30A thì kim hàn sẽ duy trì đứng yên không xoay trong


vòng 0.9 giây tại dòng hàn đỉnh và quay 0.9 giây tại dòng hàn nền với tốc độ 100 mm/phút. Theo cách này sẽ đạt được hồ quang rất ổn định. Quá trình hàn này sẽ làm lâu hơn 1-2 phút phụ thuộc vào size và độ dày nhưng mang lại chất lượng mỗi hàn rất cao và đảm bảo cho mỗi hàn.



#### 4.6 Tài liệu hàn - welding documentation

Toàn bộ lịch sử mỗi hàn trong ngày đều được máy hàn lưu lại theo thời gian thực.

Hình dưới đây được in bằng phần mềm của hãng Orbitec, dữ liệu được chép qua USB.

		<b>Welding documentation</b>					
		for ORBITEC orbital controls		orbital welding www.orbitecgroup.com			
		Documentation Software DOCUTRONIC V2.2					
<b>File:</b>	18012400.tig	<b>Weld data No.:</b>	001	<b>Printed on:</b>	25.01.2018, 07:52:08		
<b>Company:</b>	MIEN DONG CORP	<b>Creation date:</b>	24.01.2018	<b>Creation time:</b>	11:15		
<b>Welder:</b>	HUYNH TAM EM	<b>Controller:</b>	Orbital 4	<b>Inverter:</b>	Tetrix 200		
<b>Welder No.:</b>	P KY THUAT	<b>Controller No.:</b>	16111015	<b>Inverter No.:</b>	523096		
<b>PROGRAM PARAMETERS</b>							
<b>Weld schedule No.:</b>	Program name:	<b>Diameter (mm):</b>	Wall thickness (mm):	<b>Clamp CODE:</b>			
24		50.80	01.20	19			
<b>NOMINAL VALUES</b>							
Pre-purge gas:	30 s	Permitted current variation:	00 %				
Rotation delay:	3.0 s	Permitted speed variation:	00 %				
Downslope:	06 s	Arc voltage min:	05 V				
Post-purge gas:	30 s	Arc voltage max:	24 V				
Rotation direction:	left	Pressure inside tube:	0000 Pa				
Oxy name:	TDL	Oxygen start level:	000 ppm				
Oxy No.:		Max oxygen level:	000 ppm				
Tacking:	4x 55A 0.7s	Max current adjust:	99 %				
<b>MEASURED VALUES for Weld count No.: 0771</b>							
Oxygen start level:	000 ppm	Pressure inside tube:	0000 Pa				
Max oxygen level:	000 ppm	Current adjust:	00 %				
Tacking:	4x 55A 0.7s	Tacking->Welding auto:					
Status:	<b>WELDING OK</b>	Total weld time:	245.9 s				
<b>SECTORS</b>		<b>PROGRAMMED VALUES</b>			<b>MEASURED VALUES</b>		
nr.	angle degrees start..end	weld current I(A) HI/LO	pulse time t(s) HI/LO	speed mm/min HI/LO	weld current I(A) HI/LO	U(V) HI	speed mm/min
1	000...090	048/014	0.16/0.16	100/100	048/014	07.5	094
2	090...180	047/014	0.16/0.16	100/100	047/014	07.3	094
3	180...270	046/014	0.16/0.16	100/100	046/014	07.3	094
4	270...365	045/014	0.16/0.16	100/100	045/014	07.5	094
5							
6							
<b>COMMENTS</b>							
Customer:	FIRST SOLAR	Project No.:	DEMO				
Order number:	DEMO	Isometry No.:	DEMO				
Weld head model number:	19	Welding gas flow rate:	14l/m				
Weld head S/N:		Purge gas flow rate:	8l/m				
Kind of connection:		Welding gas type/No.:	Argon				
Number of layer:	1	Purge gas type/No.:	Argon				
Start position:	N/A	Tungsten type:	WT20				
Material type part 1:	SS316L	Tungsten diameter:	2.4				
Material type part 2:	SS316L	Tungsten length:	40				
Heat No. part 1:	N/A	Tungsten angle:	30				
Heat No. part 2:	N/A	Tungsten tip dimension:	N/A				
Filler metal:	N/A	Arc gap:	1.1 mm				
Charge filler metal:	N/A						
<b>OTHERS:</b>	<b>QS-MANAGEMENT:</b>						
DEMO IS OK!							



Toàn bộ dữ liệu vẫn có thể được in ngay tại máy hàn.

Trong một chu hàn, các dữ liệu cần thiết sau đây sẽ được lưu lại:

1. Tên công ty, nhân viên vận hành
2. Thời gian thực hiện mỗi hàn đó
3. Tên máy hàn và seri máy
4. Thông số thiết lập OD, độ dày ống
5. Thời gian Thổi khí trước và sau hàn, thời gian downslope
6. Cường độ dòng điện, điện áp và tốc độ hàn

Máy có thể in thông số thiết lập và thông số hàn thực tế để tiện so sánh.

Toàn bộ dữ liệu này được cung cấp cho bộ phận QA để làm bằng chứng kiểm tra chất lượng mỗi hàn sau này.

Các dữ liệu này có thể chép file vào máy để lưu, chương trình lập trình cũng có thể chép sao lưu để phòng nhân viên vận hành xóa nhầm hoặc sử dụng sang máy hàn khác của cùng công ty.

HANDGEN		19.01.2015 08:54		
OPERATOR	NAME NUMBER	TRUONG VAN THUY ET13		
CONTROLLER	NAME NUMBER	Orbital 4 16111015		
POWER SUPPLY	NAME NUMBER	Tetrix 200 523096		
MEASURED VALUES FOR WELDING		No. 0054:		
STATUS:		WELDING OK		
NR:	NAME	D[mm]	WALL[mm]	CLAMP
02:	pharma	025.40	1.20	19
TACKLING		04x 05SA 0.7s		
PRE PURGE TIME:		30 sec		
START DELAY TIME:		03.0 sec		
DOWNSLOPE:		06 sec		
POST PURGE TIME:		30 sec		
ROTATION DIRECTION:		LEFT		
SECTORS:				
NR.	[GRAD]	I [A]	U [V]	v [mm/min]
1:	000-090	054/016	07.0	099
2:	090-180	052/016	06.8	099
3:	180-270	051/016	06.7	099
4:	270-365	050/016	06.7	099
TOTAL TIME:		0197.2s		

#### 4.7 Kiểm soát chiều dài hồ quang (AVC-Arc Voltage Control hay kiểm soát điện áp hồ quang)

Chiều dài hồ quang (arc length) là khoảng cách giữa điện cực hay kim hàn và bề mặt chi tiết cần hàn. Khe hở này sẽ xác định điện áp hồ quang. Điện áp hồ quang còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như dòng hàn, điện trở dây điện, điện cực vonfram được sử dụng, và chiều dài của dây mass, v.v

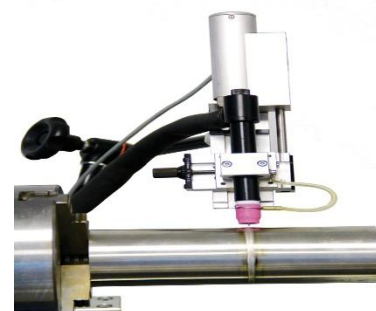
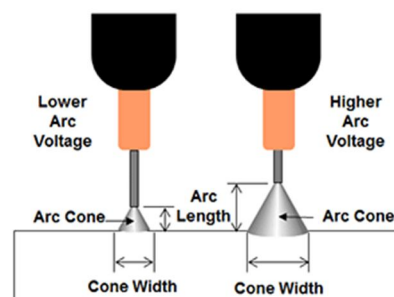
Trong mọi trường hợp nếu các yếu tố kể trên không thay đổi thì chiều dài hồ quang liên quan đến con số điện áp hồ quang tương ứng. Do đó ta lấy cơ sở này để xác định rằng cần duy trì và kiểm soát khoảng cách này.

Trong quá trình hàn ống nhất là ống có đường kính và độ dày lớn thì rất khó có thể duy trì điện áp không đổi nếu không có thiết bị hỗ trợ như AVC.

Bộ điều khiển đo điện áp hồ quang trong quá trình hàn và cố gắng bù đắp cho bất kỳ thay đổi bằng motor. Khe hở càng nhỏ hơn thì điện áp hồ quang sẽ thấp hơn và ngược lại.

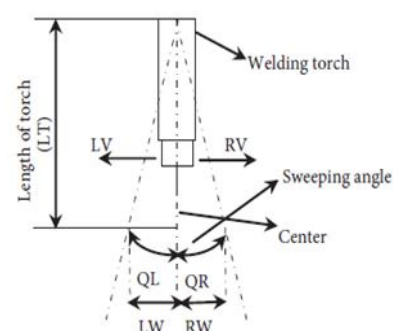
Tính năng chỉ khả dụng nếu đầu hàn được gắn phần cứng AVC

- Đầu hàn được tích hợp AVC.
- Bộ điều khiển được tích hợp tham số từ AVC.



#### 4.8 Kiểm soát giao động hàn (OSC – Torch Oscillation Control)

Đối với ống dày, thường các ống dày trên 3 mm, với kỹ thuật hàn TIG thì việc vát ống và hàn có bù vật liệu phụ là bắt buộc để đảm bảo cơ tính. Việc bù đắp rãnh vát tại hai mặt cuối ống sẽ rất khó khăn do bề rộng mối hàn lớn. Thợ hàn ngoài việc duy trì chiều dài hồ quang (như đã nói ở trên) còn phải di chuyển kim hàn qua 2 bên mối hàn (trái – phải). Việc duy trì tính đồng nhất của mối hàn là rất khó khăn, chỉ có thể được thực hiện bởi thợ hàn có kỹ năng cao và nhiều năm kinh nghiệm. Với máy hàn quỹ đạo được trang bị OSC, sự kiểm soát giao động (trái-phải) được thực hiện một cách hoàn toàn tự động, giảm thiểu sự can thiệp từ thợ hàn. Các tham số cần thiết để thiết lập giao động chính xác là bề rộng mối hàn và tốc độ hành trình. Có thể đồng bộ hóa giữa giao động và dòng hàn.



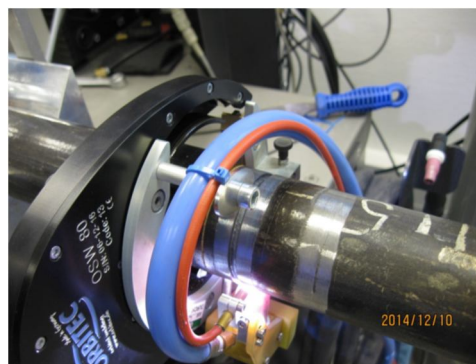
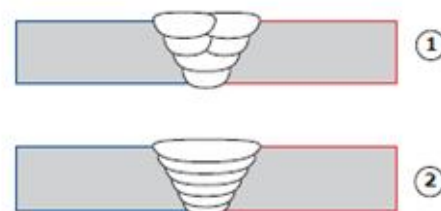
#### 4.9 Kỹ thuật hàn đa lớp (multiple pass welding)

Kỹ thuật hàn đa lớp thường chỉ sử dụng cho ống dày trên 3 mm, sử dụng đầu mở Open weld head. Có hai phương pháp khác nhau có thể được áp dụng để thực hiện hàn đa lớp. Có thể sử dụng cái nào, phụ thuộc vào các tính năng của thiết bị có sẵn:

1. Phương pháp đầu tiên là hàn dạng chuỗi hạt (hình bên, đánh số 1). Phương pháp này sẽ hàn nhiều lần, theo 2 cạnh bên mỗi hàn (trái-phải). Phương pháp này không cần AVC và OSC.
2. Phương pháp tiếp theo là sẽ hàn một lần duy nhất (hình bên, đánh số 2) nhưng phải cần các thiết bị AVC và OSC.

2 Kỹ thuật này đều yêu cầu phải có kỹ thuật và được đào tạo bởi nhà sản xuất. Chưa kể mỗi ghép hàn dạng này phải vát J (tạo mối ghép chữ U). Phải sử dụng thiết bị vát J chuyên dụng với lưỡi cắt được thiết kế riêng tùy độ dày ống.

Kỹ thuật vát J được trình bày ở phụ lục.



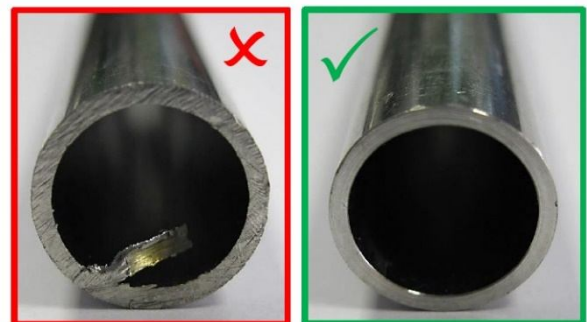
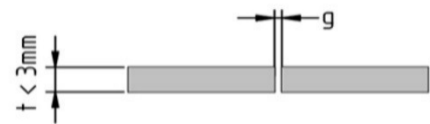
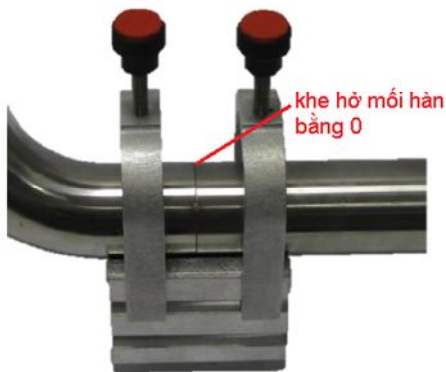
#### 4.10 Chuẩn bị / Gia công mặt cắt ống trước khi hàn

##### Với hàn nóng chảy (fusion welding), không bù vật liệu phụ

Kiểu hàn này dùng với đầu hàn kín cho ống mỏng dưới 3 mm, nhất là các ống vi sinh, dược phẩm, thực phẩm, bia hay nước giải khát. Mặt cắt ống phải thẳng góc, phẳng, không có bavìa, hai mặt cuối ráp lại tốt nhất là không có khe hở. Tại vùng hàn không có tạp chất, dầu mỡ, độ ẩm. Trước khi hàn thì 2 mặt ống phải được lắp đồng tâm và cố định bằng cách hàn đính (tack welding). Các điểm hàn đính trên cung tròn chia làm 4 điểm cách nhau 90 độ. Trong quá trình hàn đính bằng tay hoặc bằng máy thì phải thực hiện quá trình thổi khí (purge gas) bằng khí bảo vệ argon để tránh bị oxy hóa bên trong mối hàn.

Đường kính mối hàn đính phải nhỏ hơn bề rộng mối hàn của mối hàn cuối. Để đảm bảo các mối hàn đính sẽ được nóng chảy lại trong quá trình hàn sau đó thì thợ hàn không được dùng vật liệu bù để hàn đính.

Thường các mối hàn cho các đoạn ống ngắn 50-100 mm có thể hàn đính trực tiếp trên máy, còn các mối hàn cho ống dài trên 100 mm thì hàn đính bằng tay là điều bắt buộc. Hình bên cơ cấu kẹp để hàn tay, đảm bảo đồng tâm cho ống.



Mặt cắt ống sai - không thể hàn

Mặt cắt ống đúng - có thể hàn

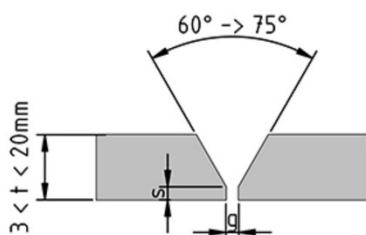
##### Với hàn có vật liệu bù (orbital welding with filler wire)

Kiểu hàn này dùng với đầu hàn mở với ống dày chủ yếu trên 3 mm. Thường đối với hàn thủ công tức hàn tay sẽ vát V như hình bên dưới.

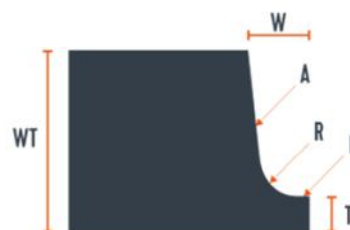
Nhưng với hàn quỹ đạo sử dụng phương pháp hàn TIG không thể dùng cách vát này do nhiều lý do kỹ thuật như khe hở không thể lấp đầy bằng hàn TIG orbital, những điểm hàn đính không thể loại bỏ, khí thổi không thể bảo đảm, v.v.

Việc thiết lập mặt cuối ống trong hàn quỹ đạo phải đảm bảo khe hở rất nhỏ hoặc không có bất kỳ khe hở tại mặt chân mối ghép (root face). Cách vát J được chỉ định như bên dưới.

Các thông số vát tùy theo độ dày, đường kính. Việc vát J được thực hiện trên máy vát J chuyên dụng kết hợp với lưỡi cắt J theo thông số hình học yêu cầu.



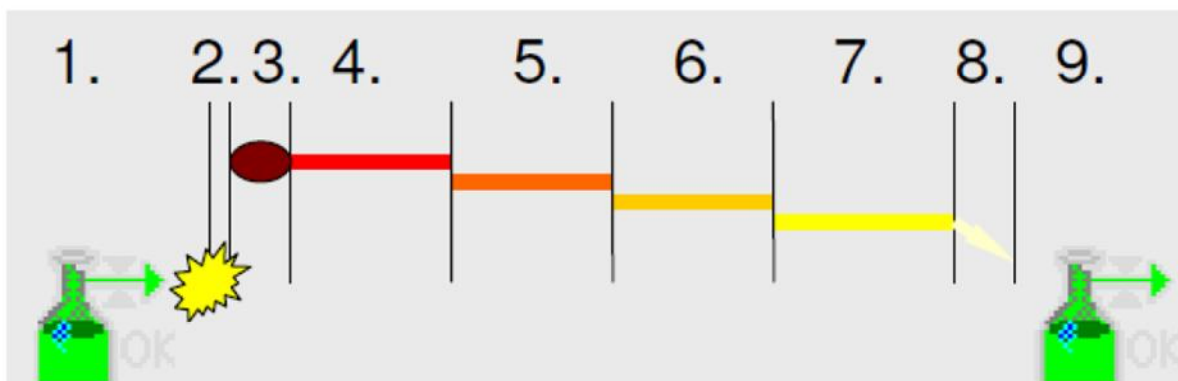
##### J-prep bevel.



WT: độ dày  
R: Bán kính vát  
T: Độ dày chân  
L: Land  
A: Góc vát  
W: Độ mở rãnh

#### 4.11 Lập trình quy trình hàn (The welding sequence)

Quy trình hàn như sau:



1. Thổi khí trước Gas pre-flow time khoảng 5 đến 45 giây.
2. Đánh hồ quang HF ignition – ignition with c. 9 – 11 kV
3. Giai đoạn delay chờ lệnh cấp dây bù nếu có, kim hàn vẫn chưa xoay
4. Bắt đầu hàn cung đầu tiên Từ 0-90°
5. Hàn Cung 2, Từ 90-180°
6. Hàn Cung 3, Từ 180-270°
7. Hàn cung 4, Từ 270-360° và vòng qua thêm 5°.
8. Thời gian chờ downslope
9. Thổi khí kết thúc Gas pre-flow time khoảng 5 đến 45 giây.

#### 5. Những lý do lựa chọn hàn quỹ đạo- orbital welding

- 1.Năng suất:** Hệ thống máy hàn orbital sẽ thực hiện nhanh hơn và mạnh mẽ hơn so với hàn tay thủ công, chi phí cũng tiết kiệm hơn nhiều lần cho công việc hàn ống inox.
- 2. Chất lượng:** Chất lượng của mối hàn được tạo ra bởi hệ thống máy hàn ống công nghệ orbital được điều chỉnh bởi chương trình hàn tự động sẽ mang lại kết quả chất lượng cao hơn hàn tay. Trong ứng dụng như bán dẫn và dược phẩm thì hàn ống công nghệ orbital là phương pháp duy nhất mang lại mối hàn đạt yêu cầu cao nhất.
- 3. Tính đồng nhất:** Ngay khi chương trình hàn được thiết lập, hệ thống hàn orbital sẽ lập lại việc thực hiện hàn hàng trăm mối hàn giống nhau. Loại bỏ các lỗi thường gặp như sự biến đổi, thiếu nhất quán, các lỗi và khuyết tật của hàn tay.
- 4. Tay nghề lao động:** Rất khó để có thợ hàn chứng chỉ bậc cao. Với thiết bị hàn orbital bạn sẽ không cần thợ hàn có kỹ năng đặc biệt. Tất cả những gì bạn cần là thợ hàn đã được học cơ bản và tham gia một số khóa đào tạo của công ty 3N.
- 5.Hàn quỹ đạo orbital được sử dụng trong các ứng dụng mà ống (tube hoặc pipe) cần hàn không thể xoay hoặc vị trí để xoay chi tiết là không khả thi.**
- 6. Hàn quỹ đạo orbital còn được sử dụng trong các trường hợp mà nơi tiếp cận có không gian hạn chế, làm giới hạn kích thước của thiết bị hàn tay cho vào. Đầu hàn orbital có thể dùng để hàn chùm ống trong lò hơi - nơi rất khó để hàn tay với đuốc hàn và mối hàn rất khó để quan sát.**
- 7.Còn nhiều lý do khác cho sự tồn tại của thiết bị hàn ống tự động so với hàn tay. Ví dụ như các ứng dụng mà kiểm tra chất lượng bên trong mối hàn là không khả thi cho từng mối hàn được tạo.Lúc đó bạn sẽ chọn máy hàn ống tự động công nghệ orbital. Bằng cách kiểm tra một nhóm các mối hàn lấy làm mẫu nếu đạt được thì xem như chấp nhận được. Do các mối hàn liên tiếp được tạo ra bởi thiết bị hàn tự động với các đầu vào tham số giống nhau nên sẽ mang lại kết quả chất lượng giống nhau.**



## 6. Ứng dụng hàn quỹ đạo

**5.1 Không gian vũ trụ:** Ngành công nghiệp hàng không vũ trụ là ngành công nghiệp đầu tiên nhận ra các sự cần thiết của hàn quỹ đạo orbital. Các hệ thống áp suất cao của một chiếc máy bay có thể có hơn 1.500 mối hàn, tất cả được chế tạo tự động với thiết bị quỹ đạo hàn orbital.

**5.2 Ống lò hơi:** Lắp đặt và sửa chữa ống lò hơi là một ứng dụng hoàn hảo cho hàn quỹ đạo. Đầu hàn nhỏ gọn có thể được kẹp ở vị trí giữa các hàng ống trao đổi nhiệt nơi một thợ hàn bằng tay sẽ gặp khó khăn trong việc làm cho mối hàn có tính lặp lại về chất lượng.

**5.3 Ngành công nghiệp thực phẩm, sữa và nước giải khát:** Các ngành công nghiệp thực phẩm, sữa và nước giải khát đòi hỏi mối hàn có độ thâm nhập (độ ngấu) đầy đủ đồng nhất trên tất cả các mối hàn. Hầu hết các hệ thống đường ống có lịch trình làm sạch và khử trùng tại chỗ. Để tối đa hóa hiệu quả hệ thống đường ống, các ống phải được phẳng nhất có thể. Bất kỳ hố, kẽ hở, vết nứt hoặc mối nối không hoàn hảo có thể hình thành một nơi để các chất lỏng bên trong các ống được giữ lại và hình thành khu vực chứa vi khuẩn.

**5.4 Đường ống hạt nhân:** Ngành công nghiệp hạt nhân với môi trường hoạt động khắc nghiệt và các đặc tính liên kết cho mối hàn chất lượng cao từ lâu đã ủng hộ hàn quỹ đạo.

**5.5 Ứng dụng xa bờ (Offshore):** Đường ống thủy lực sử dụng vật liệu có đặc tính có thể biến đổi trong suốt quá trình thay đổi nhiệt với một chu kỳ hàn. Khớp thủy lực được hàn với thiết bị quỹ đạo cung cấp khả năng vượt trội về chống ăn mòn và đặc tính cơ học.

**5.6 Công nghiệp Dược phẩm:** Đường ống xử lý dược phẩm và các hệ thống đường ống cung cấp nước chất lượng cao cho các quá trình của nó. Điều này đòi hỏi các mối hàn chất lượng cao để đảm bảo một nguồn nước từ các ống đó không bị ô nhiễm bởi vi khuẩn, gỉ hoặc chất gây ô nhiễm khác. Hàn Orbital đảm bảo mối hàn thâm nhập đầy đủ và không bị quá nhiệt mà nếu xuất hiện có thể làm suy yếu khả năng chống ăn mòn của vùng hàn cuối cùng.

**5.7 Công nghiệp bán dẫn:** Ngành công nghiệp bán dẫn đòi hỏi hệ thống đường ống với bề mặt bên trong cực kỳ trơn phẳng để ngăn chặn sự tích tụ các chất bẩn trên thành ống hoặc các khớp hàn. Ngay khi nó đủ lớn, sẽ tích tụ các hạt, độ ẩm hoặc chất gây ô nhiễm có thể sinh ra và làm hỏng quá trình sản xuất.

**5.8 Ống, phụ kiện, van và điều áp:** Đường ống thủy lực, và tất cả các hệ thống truyền chất lỏng và khí đốt đòi hỏi sử dụng các khớp nối ống. Hệ thống Orbital cung cấp một phương tiện để đảm bảo năng suất cao về hàn và cải thiện chất lượng mối hàn. Đôi khi các ống có thể được hàn ở vị trí van hoặc thân bộ điều áp. Ở đây đầu hàn quỹ đạo cung cấp khả năng để sản xuất các mối hàn chất lượng cao trong các ứng dụng khó tiếp cận mối hàn khi hàn tay.

## 7. Các thiết bị và thành phần của máy hàn quỹ đạo

Nói chung máy hàn quỹ đạo gồm có các phần cứng như sau:

1. Nguồn hàn có khả năng lập trình được, Remote điều khiển từ xa hoặc tích hợp sẵn ở đầu hàn
2. Đầu hàn (Đầu hàn kín - không bù và đầu hàn mở - hỗ trợ cấp vật liệu bù).

3. Bộ cấp cấp dây bù tự động

4. Bộ làm mát bằng nước (tích hợp hoặc tách rời)

### 7.1 Nguồn hàn có khả năng lập trình được

Hãng **Orbitec** có cách tiếp cận rất khác so với một số hãng khác, chúng tôi đa dạng sự lựa chọn về nguồn hàn và bộ điều khiển.

Máy hàn và bộ điều khiển có thể tích hợp hoặc tách rời để tiết kiệm chi phí.

**Máy hàn inverter và bộ điều khiển tách rời:  
Bộ điều khiển tách rời**



**TIGTRONIC**  
BASIC

**Máy hàn và bộ điều khiển tích hợp**



**TIGTRONIC**  
COMPACT

**Máy hàn inverter tách rời**



**Remote điều khiển từ xa**



Bộ làm mát bằng nước rời



Bộ làm mát tích hợp máy hàn 350A



Một hệ thống được lắp ráp đầy đủ sẽ như hình sau:



Hệ thống hàn cắt quỹ đạo Orbital Welding  
Hình chụp tại nhà máy dược tại Bình Dương

## 7.2 Đầu hàn cho các đường kính khác nhau, dùng chùng tay cầm

Với đầu hàn kín OSK, đây tiếp tục là triết lý và cách tiếp cận hoàn toàn khác của hãng Orbitec. Dãi đầu hàn OSK có thiết kế rất độc đáo, cụm tay cầm/motor là tách rời so với đầu hàn. Do đó một tay cầm có thể chạy với rất nhiều đầu hàn với các size khác nhau. Ý tưởng này giúp tiết kiệm chi phí đáng kể cho hệ thống hàn dùng nhiều size ống và tính linh hoạt không thể thấy ở các nhà sản xuất máy hàn khác.

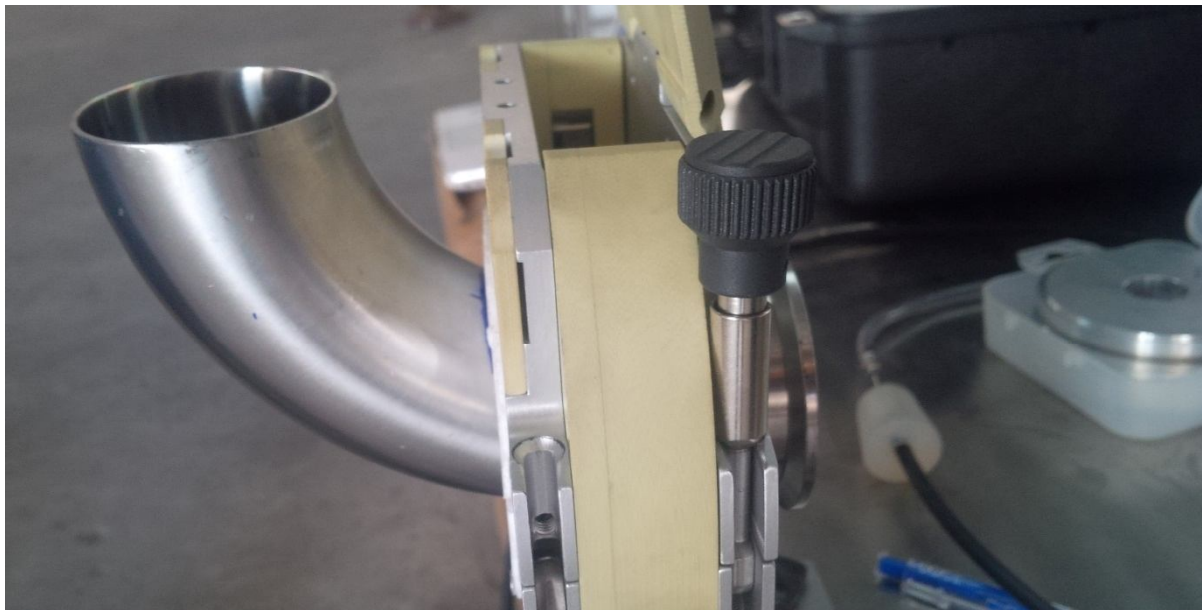


Đầu hàn kín cung cấp khả năng bảo vệ vùng hàn trong buồng khí trơ được đóng kín hoàn toàn. Đầu hàn này phù hợp với cách ứng dụng yêu cầu độ sạch hay hàn trong phòng sạch.

- Mỗi OD phải có khuôn kẹp (collets) riêng.
- Chỉ dùng đầu hàn này cho hàn đối đầu ( butt welding) không thể hàn bù.
- Mặt cắt ống phải phẳng, 2 mặt cuối ống không được có khe hở.
- Trong quá trình hàn, đầu hàn vẫn đứng yên, chỉ có rotor quay quanh ống
- Dãi ống được sử dụng nhiều nhất là OD từ 3.13 đến 114.3 mm, ống dày max 3 mm.







Đầu hàn kín Orbitec 76SW  
Hình ảnh chụp tại nhà máy dược tại Bình Định



Kết quả hàn ống bằng đầu hàn kín Orbitec  
Hình chụp tại xưởng gia công hệ thống RO tại Bình Tân, TP HCM

**Đầu hàn kết cấu mở** được kẹp cố định nằm một bên của mối hàn. Trong quá trình hàn, toàn bộ cụm đầu hàn, dây khí xoay quanh ống. Đầu hàn mở dành cho size ống OD từ 8-323.9 mm. Mỗi đầu hàn có dải ống riêng. **Thường ống có độ dày trên 3 mm sử dụng đầu hàn này.**

Một số ưu điểm của đầu hàn mở:

- Cấu trúc chắc chắn và mạnh mẽ
- Dễ xử lý
- Tùy chọn sử dụng/không sử dụng bộ cấp dây bù.

### 7.3 Bộ cấp dây bù/vật liệu bù

Thiết bị này khá nhỏ gọn kết nối trực tiếp với bộ điều khiển và hầu như không cần sự can thiệp từ thợ hàn. Có 2 loại 5 kg và 15 kg.



### 7.4 Máy hàn chùm ống

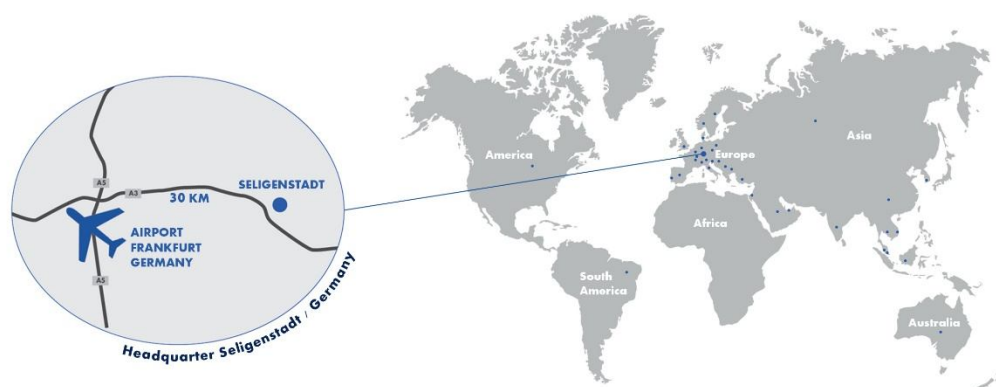
Gần như tất cả các kim loại và hợp kim có thể hàn được, nhưng kích thước ống tương đối bị hạn chế. Đường kính của có thể hàn từ 12,7 mm đến 101,6 mm, độ dày từ 0,5 mm đến 5 mm. Sử dụng nhiều nhất là 19,05 mm đến 38,1 mm với độ dày từ 1,65 mm đến 3,4 mm.

Nồi hơi và bộ trao đổi nhiệt được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau, trong đó ứng dụng công nghiệp nặng nhất có thể thấy trong các nhà máy các ngành công nghiệp hóa chất hoặc hóa dầu và trong các nhà máy điện.





## Giới thiệu về hãng Orbitec



Orbitec được thành lập vào năm 1984 tại Đức. Orbitec thiết kế, phát triển và sản xuất thiết bị hàn quỹ đạo, cho thuê nội địa và cung cấp thiết hàn trên toàn thế giới. Mục tiêu của Orbitec là cung cấp các sản phẩm chất lượng cao và dễ sử dụng với mức giá hợp lý. Orbitec cung cấp các sản phẩm và dịch vụ cho các ngành như: Dược phẩm, Công nghệ sinh học, Bán dẫn, Thực phẩm & Sữa và Hàng không vũ trụ.



## Câu chuyện thành công của hãng dẫn đầu xử lí nước (RO) tại Ireland

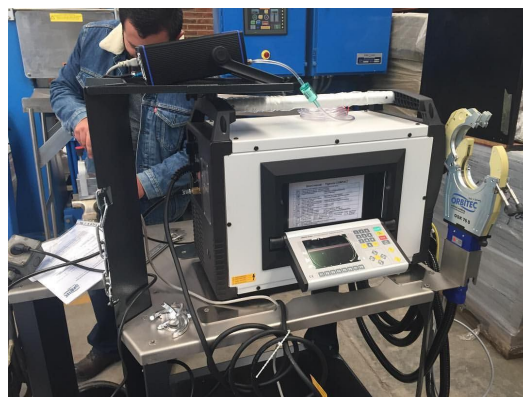
Nhờ vào việc đánh giá chương trình phát triển của công ty, là nhà cung cấp dẫn đầu giải pháp nước tinh khiết tại Ireland, công ty Waterman Purification đã quyết định nâng cao khả năng hàn tinh khiết ngay tại chỗ cho nhà máy của họ vào năm ngoái. Nghiên cứu mở rộng đã được thực hiện để xác định giải pháp nào là tốt nhất, do nhu cầu của công ty cần cân bằng giữa chi phí đầu tư và chức năng. Sau vài tháng nghiên cứu và so sánh các hệ thống hàn quỹ đạo tự động (orbital welding) trên thị trường, Waterman đã chọn Orbitec. "Quyết định đã được đưa ra đối với chúng tôi, vì máy có nhiều ưu điểm so với đối thủ cạnh tranh".



"Chúng tôi cần một hệ thống có thể làm việc liên tục và cho kết quả đồng nhất tạo ra các mối hàn sạch, có tính lặp lại mà không cần đào tạo bổ sung, đồng thời cho phép thời gian hoạt động tối đa.

"Trong số các cân nhắc là năng lực kỹ thuật, dễ sử dụng, độ chắc chắn, độ tin cậy và giá cả; hệ thống của Orbitec đã đứng đầu trong mọi trường hợp", GM Peter Clancy nói. Ông cho biết thêm, do những lợi thế của nó và sự dễ dàng thay thế đầu hàn bằng cách trao đổi lẫn nhau mà không cần thay đổi hệ thống, do đó thời gian thu hồi vốn ngắn hơn so với dự kiến và đó là khoản đầu tư hợp lí. Clancy cho biết: "Việc sao lưu và hỗ trợ dịch vụ luôn được đáp ứng cũng là những cân nhắc quan trọng, mặc dù trước đó chúng tôi không lường trước nó quan trọng đến vậy". Ông nói rằng Orbitec đã chứng minh được sự hỗ trợ cao về cung cấp hậu mãi và đào tạo.

Kể từ khi vận hành hệ thống có các mối hàn ống, công ty Waterman đã đạt kết quả tỷ lệ đạt mối hàn 100%, bắt chước các tiêu chuẩn kiểm tra cao. "Sự hỗ trợ mà chúng tôi nhận được trong quá trình đào tạo và tài liệu chỉ là bước đầu tiên, bản thân chất lượng máy mới là đáng tin cậy. Clancy cho biết: "Chúng tôi chắc chắn không có phàn nàn nào và không ngần ngại khi giới thiệu nhà cung cấp tới những người dùng khác". Với ba nhân viên đã được Orbitec cung cấp chứng nhận đầy đủ hiện đang sử dụng hệ thống hàn cho các dự án lớn, sự tự tin giờ đây còn giá trị hơn so với lợi ích tiết kiệm và năng suất mà họ nhận được.



Waterman Purification đã phát triển trong suốt mười tám năm qua để trở thành một doanh nghiệp trị giá hàng triệu euro với một lượng khách hàng lớn toàn là những công ty có cổ phiếu blue-chip. Công ty được thành lập từ năm 1986 đã dẫn đầu thị trường nước tinh khiết cho được phẩm, với đội ngũ 25 nhân viên. Sau này đã sáp nhập với công ty BWT – Best Water Technology Group - Áo, vận hành dưới tên mới là CHRIST-Waterman. Ngoài các hoạt động nội địa tại Ireland, công ty phục vụ thị trường Anh với sự hợp tác của công ty anh em là CHRIST-Kennicott Ltd có trụ sở tại Wolverhampton, Anh quốc.



## PHỤ LỤC: BẢNG TRA ĐƯỜNG KÍNH NGOÀI ỐNG TIÊU CHUẨN

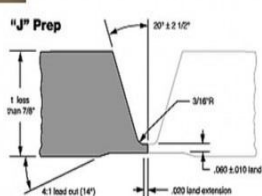
DIN (DIN 11850)	ISO (EN ISO 1127)	inch (ASME BPE 1997)	ID (mm)	ID (inch)
			3,17	0.125
			6,00	0.236
		1/4"	6,35	0.250
6			8,00	0.315
		3/8"	9,53	0.375
8	10,2		10,00	0.394
			10,20	0.402
			12,00	0.472
		1/2"	12,70	0.500
10			13,00	0.512
	13,5		13,50	0.531
			15,88	0.625
			16,00	0.630
	17,2		17,20	0.677
			18,00	0.709
			19,00	0.748
15		3/4"	19,05	0.750
			20,00	0.787
	21,3		21,30	0.839
			22,00	0.866
20			23,00	0.906
		1"	25,40	1.000
	26,9		26,90	1.059
			28,00	1.102
25			29,00	1.142
			30,00	1.181
	33,7		33,70	1.327
32			35,00	1.378
		1 1/2"	38,10	1.500
			40,00	1.575
40			41,00	1.614
	42,4		42,40	1.669
			44,50	1.752
	48,3		48,30	1.902
		2"	50,80	2.000
			51,00	2.008
			52,00	2.047
50			53,00	2.087
			54,00	2.126
	60,3		60,30	2.374
		2 1/2"	63,50	2.500
65			70,00	2.756
	76,1		76,10	2.996
		3"	76,20	3.000
80			85,00	3.346
	88,9		88,90	3.500
		4"	101,60	4.000
100			104,00	4.094
			108,00	4.252
	114,3		114,30	4.500
		5"	127,00	5.000
125			129,00	5.079
	139,7		139,70	5.500
		6"	152,40	6.000
150			154,00	6.063
			165,10	6.500
	168,3		168,30	6.626
			177,80	7.000
			190,50	7.500
200			204,00	8.031
	219,1		219,10	8.626

Standard collets available from stock for enclosed OSK weld heads.

Non-Standard length are available on request.

### Tầm quan trọng của Vát J trong hàn ống quỹ đạo

Vát “J” được đề cập là một lựa chọn tối ưu cho khâu chuẩn bị mặt cuối ống với phương pháp hàn ống theo công nghệ hàn TIG, có bù vật liệu, hàn đa lớp và là dạng hàn quỹ đạo (orbital welding). Quay lại năm 1973, Phòng thí nghiệm quốc gia – ORNL (USA) xuất bản một báo cáo về hệ thống hàn TIG quỹ đạo được họ phát triển cho hệ thống đường ống hạt nhân đường kính ngoài OD từ 3 đến 6 inch. Trong báo cáo này ORNL miêu tả các nỗ lực không thành công của họ để hàn mối nối tiêu chuẩn vát V (30 và 37,5 độ) sử dụng máy hàn TIG quỹ đạo được cơ khí hóa. Với vát V, họ không thể đạt được mối hàn đồng nhất và độ ngẫu nhiên hoàn toàn với lớp chân mối hàn (root pass), đặc biệt là hàn ống vị trí 5G.



Những nỗ lực này đã tạo ra kiểu vát mới là vát J, kiểu vát này đã chứng minh là có khả năng điền đầy các lớp, với hàn TIG quỹ đạo sẽ ít khó khăn đạt được (so với kiểu vát V) và sẽ ít lớp điền đầy hơn (so với kiểu hàn vát V). Nhưng những gì trong báo cáo này, chỉ định các thông số vát J đòi hỏi phải canh chỉnh với đường kính trong (ID) gần như phải hoàn hảo đã tạo ra một thử thách, tốn nhiều thời gian và chi phí để có thể thực hiện.

Điều này đã để lại những ấn tượng không tốt và rào cản về phương pháp này. Nhưng sự thật đã thay đổi. Ngành công nghiệp gia công chế tạo đã trải qua một chặng đường dài đã tạo ra một loạt các dụng cụ, máy móc, cơ cấu kẹp ID và OD, vát và tiện mặt có giá thành hợp lý, thân thiện người dùng và có khả năng di động. Những dụng cụ này có thể tạo ra mối vát chữ J chỉ còn 20 giây (Tính cả thời gian gá đặt ống chính xác).

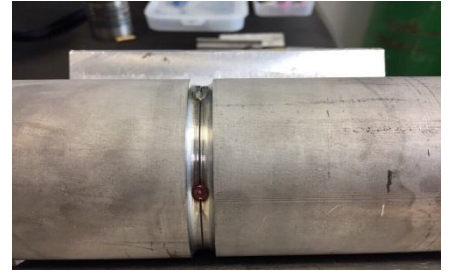
Giờ đây các công ty như EH Wachs, Tri Tool, Orbitalum, ESCO, H & S, Steelmax, Hydratight, MTI và các công ty khác đã chế tạo một loạt các thiết bị gia công và cơ cấu gá ống di động có thể doa, khoét, vát và tiện mặt ống với tốc độ, hiệu quả và tính lặp lại cao. Mặt vát J như là mặt hoàn thiện trên máy tiện, nếu quay lại năm 1973 chỉ có thể có tại các cơ sở được trang bị hiện đại. Nếu mặt cuối ống được gia công và gá đặt với các thiết bị tại chỗ như này thì kiểu vát J chắc chắn được chấp nhận.

### Vấn đề về vát J và hàn TIG quỹ đạo.

Không có gì ma thuật với kỹ thuật hàn quỹ đạo. Vấn đề là người hàn bị giới hạn bởi ảnh hưởng của quá trình hàn và trọng lực trên vũng hàn. Chìa khóa của sự khác biệt giữa các hàn phương pháp thủ công (cả hàn TIG và hàn que - SMAW) và hàn quỹ đạo là chu kỳ công tác (duty cycle) và khả năng lặp lại của mối hàn. Hàn thủ công thông thường có chu kỳ là 25% một ngày. Còn hàn quỹ đạo là 70-80%. Chu kỳ này là thời gian hồ quang chạy thực – “Arc on”.

Để đạt chất lượng có tính lặp lại từ mối hàn này đến mối hàn khác, là nhờ có những tính năng tiêu chuẩn bên trong đầu hàn đa chức năng và bộ nguồn điều khiển. Một trong những tính năng quan trọng là tự động kiểm soát điện áp hồ quang (AVC). Trong hàn ống, điện áp hồ quang (liên quan trực tiếp đến chiều dài hồ quang) phụ thuộc vào dòng hàn, độ ổn định hồ quang và độ đồng tâm của ống. Chiều dài hồ quang ảnh hưởng đến độ ngẫu nhiên mối hàn, chiều dài hồ quang quá lớn thì ngẫu ít và quá ngắn thì tạo ra độ ngẫu nhiên kém. Khoảng cách giữa điện cực và ống nên giữ không đổi để tránh bị dập tắt trong vũng hàn. Đây cũng là mục đích mà tính năng AVC bảo đảm.

Một thợ hàn có tay nghề rất cao có khả năng tận dụng được mối ghép vát V với hệ thống hàn ống quỹ đạo mà AVC có thể tắt trong suốt quá trình chu kỳ hàn (trái lại với vát J- không cần thợ tay nghề cao, hàn dễ hơn). Nhưng nếu không có tính năng này thì chiều dài hồ quang trong suốt quá trình hàn phải được theo dõi liên tục và điều chỉnh bởi thợ hàn (điều khiển qua bộ tay cầm đầu hàn) – Giống như thợ hàn tay phải làm như cầm đốc hàn tay. Không có điều khiển AVC, tỷ lệ đạt yêu cầu với hàn có bù sẽ giảm đáng kể.

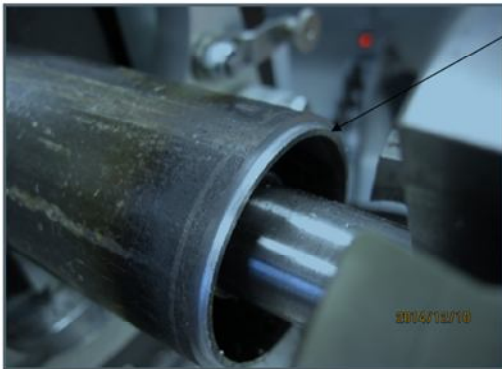


Với mối hàn vát J, ngay khi hồ quang được mồi và điểm tham chiếu được thiết lập, bộ điều khiển AVC được ăn khớp. Việc quản lý của người hàn trong toàn bộ chu kỳ hàn bây giờ tập trung định tâm của điện cực trên đường hàn (trong suốt quá trình hàn cấy chân – root pass) và đảm bảo rằng trong suốt quá trình các lớp điền đầy, tốc độ và độ giao động đều là tối ưu để bảo đảm nung chảy đều các cạnh bên mối hàn.

Ví dụ hàn ống sau: OD ống 61 x dày 4 mm, vật liệu P265GH (ST 37)

Bevelling J-prep angel

- a / Prep Angle = 10°
- R / Radius = 2
- X1 / Length of land 2 mm max.  
Thickness between 1,5 – 1,8 mm



Các mối hàn khác:





## PHỤ LỤC: SO SÁNH TÍNH KINH TẾ GIỮA HÀN THỦ CÔNG VÀ HÀN QUỸ ĐẠO TỰ ĐỘNG

### CHI PHÍ HÀNG NĂM

#### Chi phí trả lương thợ hàn

- |    |  |               |
|----|--|---------------|
| 1) | Lương trung bình thợ hàn: \$20.00 một giờ<br>Số giờ làm việc một năm: 2,080 (40 giờ/ tuần x 52 tuần/năm) | \$ 41,6000.00 |
|----|--|---------------|

Các chi phí trả góp vào lương thợ hàn

- |    |  |             |
|----|--|-------------|
| 2) | Chi phí an sinh xã hội - FICA @ 6.2 percent                                    | \$ 2,579.20 |
| 3) | Bảo hiểm y tế I @ 1.45 percent   | \$ 603.20   |
| 4) | Thuế thất nghiệp - FUTA<br>(0.26 %, với mức trần mỗi người là \$56.00 một năm) | \$ 56.00    |
| 5) | Bảo hiểm thất nghiệp - SUI/SUTA<br>(tùy bảo hiểm từng khu vực)                 | \$748.80    |

Chi phí cơ bản cho lao động hàng năm: \$ 45,587.20

#### Các chi phí lao động trực tiếp

Tất cả phép tính này dựa trên số ngày lao động là 260 ngày/ 1 năm, dựa trên chi phí cơ bản, không phải lương của lao động.

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 7)  | Chi phí nghỉ lễ quốc gia: 10 ngày một năm                           | \$ 1,600.00 |
| 8)  | Chi phí nghỉ phép: 10 ngày một năm, Trung bình nghỉ phép 7 ngày/năm | \$ 1,600.00 |
| 9)  | nghỉ ốm, nghỉ khám, thai kỳ, nghỉ phép quân sự, bầu cử, v.v.        | \$ 1,120.00 |
| 10) | Bảo hiểm y tế (trung bình \$120 một tháng/lao động)                 | \$1,440.00  |

Chi phí nhân công đã tăng lên: \$ 51,347.20

#### Các chi phí quản lý chung lao động gián tiếp

Rất khó để thiết lập một con số chính xác cho các chi phí này, nhưng điều quan trọng là phải đưa ra một số giá trị để có được giá trị chi phí nhân viên cuối cùng hợp lý. Lấy một con số ước tính \$ 20 mỗi tuần cho mỗi nhân viên, do đó chi phí hàng năm là \$ 1,000

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 11) | Chi phí lương hưu, v.v..                    |             |
| 12) | Hỗ trợ giáo dục cao hơn.                    |             |
| 13) | Bảo hiểm bồi thường cho người lao động      |             |
| 14) | bảo hiểm trách nhiệm pháp lý.               | \$ 1,000.00 |
| 15) | Các bảo hiểm được yêu cầu khác.             |             |
| 16) | Chi phí vận hành nhà máy/ quy mô đầu người. |             |
| 17) | Chi phí bảo trì nhà máy/ đầu người.         |             |

Chi phí nhân công đã tăng lên: \$ 52,347.20

#### Các chi phí quản lý chung lao động gián tiếp

Rất khó tính phí chính xác, con số sau là ước tính.

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 18) | Chi phí quản lý và giám sát.                    |             |
| 19) | Chi phí cá nhân, phòng ban nhân sự, tuyển dụng. |             |
| 20) | Chi phí đào tạo.                                | \$ 1,000.00 |
| 21) | Chi phí thiết bị cần thiết cho mỗi người.       |             |

Chi phí nhân công đã tăng lên: \$ 53,347.20



### Các chi phí vận hành khác

- 22) Chi phí Kiểm soát chất lượng bổ sung.
- 23) Chi phí hàng lỗi, phế liệu, làm lại. \$ 1,000.00
- 24) Chi phí quan hệ khách hàng, hoàn trả sản phẩm.
- 25) Chi phí liên quan đến việc khách hàng sử dụng sản phẩm lỗi.

Chi phí nhân công đã tăng lên: \$ 54,347.20

### Hiệu quả năng suất lao động của thợ hàn

Đây là vấn đề góp phần vào yếu tố chi phí cao nhất của nhân viên, khi so sánh với việc mua và sử dụng hệ thống hàn tự động. Không có nhân viên nào làm việc với 100% khả năng trong tám giờ làm việc. Có rất nhiều yếu tố tác động đến thợ hàn như mệt mỏi, kiểm tra, các vấn đề cá nhân v.v. Do đó người chủ lao động chỉ cần nhận được 75% năng suất của người lao động đã là rất thành công. Vì thế chi phí thật sự phải bỏ ra để hoàn thành hay vận hành hiệu quả tăng lên  $1/0.75 = 1,33$  lần.

**Tức là tổng chi phí cuối cùng phải trả là:  $54,347.2 \times 1,33 = \$ 72,000!$**



PHỤ LỤC: BẢNG CÁC TIÊU CHUẨN CHẤP NHẬN MỐI HÀN ÓNG

Fig. MJ-8.4-1 Acceptable and Unacceptable Weld Profiles for Tube Welds

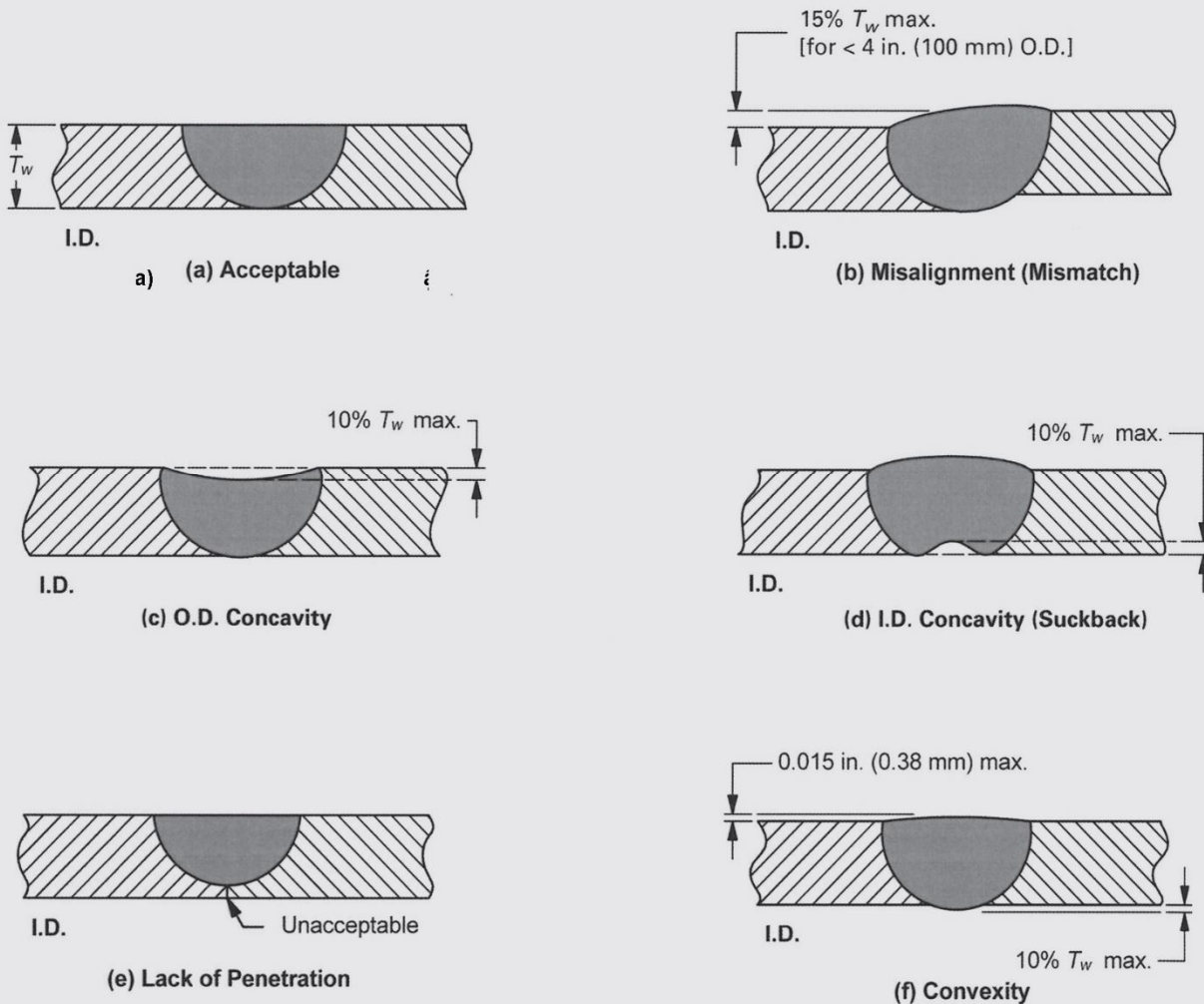
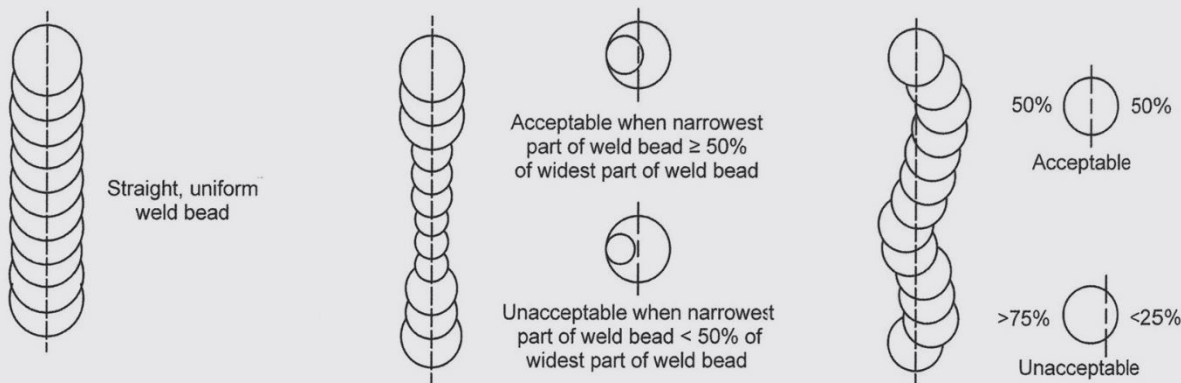


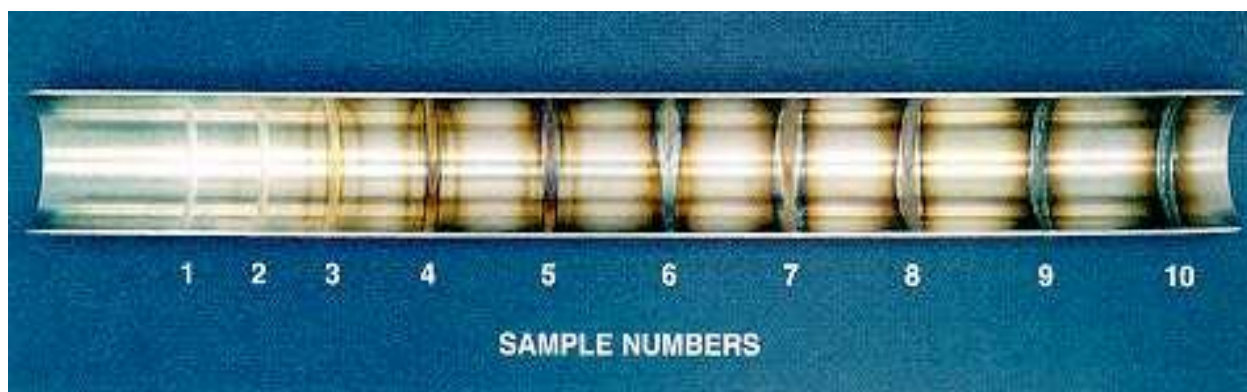
Fig. MJ-8.4-4 Acceptable and Unacceptable Weld Bead Width and Meander



## PHỤ LỤC: TIÊU CHUẨN CHẤP NHẬN MỨC BIẾN ĐỔI NHIỆT BÊN TRONG MỐI HÀN INOX

Các tiêu chuẩn trực quan của ASME BPE đối với các mối hàn quỹ đạo được phát triển để đảm bảo rằng các mối hàn không hình thành các bề mặt có thể làm tăng sự phát triển của vi sinh vật gây ô nhiễm cho hệ thống đường ống. Ví dụ, một mối hàn không ngẫu sẽ tạo khe nứt nơi mà vi khuẩn có thể phát triển và thoát khỏi được trong quá trình làm sạch. Bên trong ống (ID) lõm hoặc lệch đường hàn có thể gây cản trở dòng chảy và sẽ khó làm sạch.

Chủ đầu tư và nhà thầu phải quyết định trước khi công việc bắt đầu về *mức chấp nhận biến đổi nhiệt* bên trong các mối hàn orbital từ biểu đồ màu theo chuẩn AWS D18.2 về sự thay đổi màu của mối hàn và vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ do quá trình oxy hóa - do việc xông khí bảo vệ kém (poor purging) trong suốt quá trình hàn (hình dưới). Điều này làm giảm khả năng chống ăn mòn của hệ thống. Bất kỳ mối hàn lỗi không được phát hiện sẽ dẫn đến lây nhiễm trong hệ thống đường ống.



Argon Purge 12ppm Vol. O<sub>2</sub> Content



Argon Purge 60ppm Vol. O<sub>2</sub> Content



Argon Purge 70ppm Vol. O<sub>2</sub> Content



Argon Purge 200ppm Vol. O<sub>2</sub> Content



Argon Purge 250ppm Vol. O<sub>2</sub> Content



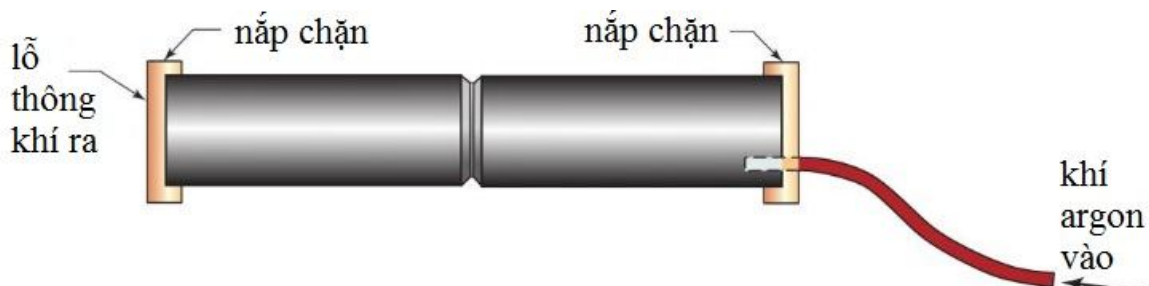
Argon Purge 500ppm Vol. O<sub>2</sub> Content

Khi người thợ hàn đã được cấp chứng chỉ bắt đầu ca làm việc, người đó kết nối máy hàn với sơ đồ ống đã định trước. Thợ hàn sẽ xác định size ống hoặc size khớp nối (fitting) hoặc các thành phần khác được hàn với nhau. Sau đó lựa chọn đầu hàn phù hợp, lắp các khuôn kẹp tương ứng (collets) vào đầu hàn, loại kim hàn và chiều dài kim chính xác. Tiếp đó thợ hàn hiệu chuẩn đầu hàn quay khi kết nối với nguồn hàn. Nguồn khí cấp argon phải là nguồn khí được cấp chứng nhận, cấp khí cho đầu hàn để bảo vệ bên ngoài (OD) mối hàn cũng như bảo vệ bên trong (ID) đường hàn.

Khi sử dụng khí argon bơm vào thì lượng khí phải có đủ thời gian để làm sạch ống hoàn toàn không còn không khí. Khi hàn với đường ống lớn hoặc tiết diện dài thì rất cần thiết phải tính toán thời gian để xông khí.



### CÔNG THỨC TÍNH TOÁN THỜI GIAN THỞ KHÍ BÊN TRONG ỐNG



Sơ đồ xông khí bảo vệ môi hàn

Thời gian thổi khí bảo vệ bên trong ống tính theo phút sẽ là  $T = V1/V2$

V1: Thể tích đường ống cần xông khí Argon:  $V1 = \text{chiều dài ống (cm)} \times 3,14 \times r^2 \text{ (cm)}$

V2: Lưu lượng khí argon xông vào bên trong ống (cm<sup>3</sup>/phút) .

Đơn vị lưu lượng khí argon sang cm<sup>3</sup>/phút:  $V2 = \text{lít/phút} \times 1000$

Ví dụ: Mất bao lâu để xông khí cho đường ống dài 3 mét, đường kính 100 mm và lưu lượng khí argon xông vào là 9l/phút?

$R = 100 / 2 = 5 \text{ (cm)}$

$V1 = 300 \times 3,14 \times 5^2 = 23550 \text{ (cm}^3\text{)}$

$V2 = 9 \times 1000 = 9000 \text{ (cm}^3\text{/phút)}$

Thời gian xông khí để khử hết oxy bên trong:  $T = V1/V2 = 2,61 \text{ phút} = 156,6 \text{ giây}$ .

Làm tròn đến số cao nhất là 160 giây.

- Sau khi hoàn thành xông khí argon đẩy oxy ra ngoài thì phải giảm lưu lượng argon đến con số mong muốn. Không kết thúc quá trình xông khí.
- Việc xông khí cũng phải được thực hiện trong quá trình hàn đính (tack welding) – với ống nhỏ trong được phẩm thì hàn trước 4 điểm trên ống.
- Để luyện tập có thể bắt đầu bằng lưu lượng khí 14 - 18 lít/ phút, sau khi hàn hoàn thành thì giảm xuống còn 4-5 lít/phút.



## PHỤ LỤC: CHỨNG CHỈ HÀN QUỠ ĐẠO

*Made in Germany*

**CERTIFICATE OF COMPETENCE** **ORBITEC**  
orbital welding  
www.orbitec-group.com

**Huynh Van Xuyen**  
has successfully completed a course of instruction for:

**Automatic Welding System Operation**  
as provided by Orbitec GmbH

Instructed by: **Viet Nguyen** Course Dates: **17. / 18.12.2017**  
Signature: **3N** Date: **Ho Chi Minh, 18.12.2017**

**ORBITEC GMBH**  
Willi-Brehm-Straße 8  
D-63500 Seligenstadt

Telefon +49 (0) 6182 / 78 69 3 - 0  
Fax +49 (0) 6182 / 78 69 3 - 10

E-Mail: info@orbitec-group.com  
www.orbitec-group.com

DIN EN ISO  
9001 certified

**PHỤ LỤC: BẢNG TRA CHIỀU DÀI ĐIỆN CỰC (KIM HÀN TIG)**

WELD HEAD		OSK 13		OSK 21		OSK 38		OSK 53		OSK 76		OSK 115	
Tube OD Ø		Tungsten length											
mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
3.17	0.125	14	0.551	26	1.024	40	1.575						
6.00	0.236	12	0.472	25	0.984	39	1.535						
6.35	0.250	12	0.472	25	0.984	39	1.535	53	2.087				
8.00	0.315	11	0.433	24	0.945	38	1.496	53	2.087				
9.53	0.375	10	0.394	23	0.906	37	1.457	52	2.047	62	2.441	82	3.228
10.00	0.394	10	0.392	23	0.906	37	1.457	52	2.047	62	2.441	82	3.228
10.20	0.402	10	0.392	22	0.866	36	1.417	51	2.008	61	2.402	81	3.189
12.00	0.472	9	0.354	22	0.866	36	1.417	51	2.008	61	2.402	81	3.189
12.70	0.500	9	0.354	21	0.827	35	1.378	50	1.968	60	2.362	80	3.150
13.00	0.512			21	0.827	35	1.378	50	1.968	60	2.362	80	3.150
13.50	0.531			21	0.827	35	1.378	50	1.968	60	2.362	80	3.150
15.88	0.625			20	0.787	34	1.339	49	1.929	59	2.323	79	3.110
16.00	0.630			20	0.787	34	1.339	49	1.929	59	2.323	79	3.110
17.20	0.677			19	0.748	33	1.299	48	1.890	58	2.283	78	3.071
18.00	0.709			18	0.709	32	1.260	47	1.850	57	2.244	77	3.031
19.00	0.748			17	0.669	31	1.220	46	1.811	56	2.205	76	2.992
19.05	0.750			17	0.669	31	1.220	46	1.811	56	2.205	76	2.992
20.00	0.787			17	0.669	31	1.220	46	1.811	56	2.205	76	2.992
21.30	0.839			16	0.630	30	1.181	45	1.772	55	2.165	75	2.953
22.00	0.866					30	1.181	45	1.772	55	2.165	75	2.953
23.00	0.906					29	1.142	44	1.732	54	2.126	74	2.913
25.40	1.000					28	1.102	43	1.693	53	2.087	73	2.874
26.90	1.059					27	1.063	42	1.654	52	2.047	72	2.835
28.00	1.102					27	1.063	42	1.654	52	2.047	72	2.835
29.00	1.142					26	1.024	41	1.614	51	2.008	71	2.795
30.00	1.181					26	1.024	41	1.614	51	2.008	71	2.795
33.70	1.327					24	0.945	39	1.535	49	1.929	69	2.717
35.00	1.378					23	0.906	38	1.496	48	1.890	68	2.677
38.10	1.500					21	0.827	36	1.417	46	1.811	66	2.598
40.00	1.575							36	1.417	46	1.811	66	2.598
41.00	1.614							35	1.378	45	1.772	65	2.559
42.40	1.669							34	1.339	44	1.732	64	2.520
44.50	1.752							33	1.299	43	1.693	63	2.480
48.30	1.902							31	1.220	41	1.614	61	2.402
50.80	2.000							30	1.181	40	1.575	60	2.362
51.00	2.008							30	1.181	40	1.575	60	2.362
52.00	2.047							30	1.181	40	1.575	60	2.362
53.00	2.087							29	1.142	39	1.535	59	2.323
54.00	2.126									39	1.535	59	2.323
60.30	2.374									35	1.378	55	2.165
63.50	2.500									34	1.339	54	2.126
70.00	2.756									31	1.220	51	2.008
76.10	2.996									27	1.063	47	1.850
76.20	3.000									27	1.063	47	1.850
85.00	3.346											43	1.693
88.90	3.500											41	1.614
101.60	4.000											35	1.378
104.00	4.094											34	1.339
108.00	4.252											32	1.260
114.30	4.500											28	1.v102

**Tungsten lengths for:**

open-frame weld heads OSW 40: 20 – 35mm | 0.787" - 1.378"  
 open-frame weld heads OSW 80 – 170, OSZ 325: 35 – 50mm | 1.378" - 1.968"  
 tube-to-tube-sheet weld heads RBK 16, RBK 20: 35 – 46mm | 1.378" - 1.811"

Non-Standard length are available on request.

PHỤ LỤC: BẢNG TRA CHIỀU DÀI HỒ QUANG VÀ LƯU LƯỢNG KHÍ ARGON

Bảng tra chiều dài hồ quang (arc length) hay còn gọi là khe hở hồ quang (arc gap)

Chiều dày ống	Khe hở kim hàn và mặt ống
0.5 mm - 1.0 mm	0.8 mm
1.25 mm - 2.0 mm	1.3 mm
2.25 mm - 3.9 mm	1.8 mm
Với hàn bù	2.5 mm – 3.5 mm

Bảng tra lưu lượng khí vào đầu hàn (máy hàn)

Welding head	Gas quantity	Welding head	Gas quantity
OSK-9-500	4 – 6 L/min	OSK-115 W	14 – 18 L/min
OSK-21/25 C/G	6 – 8 L/min	OSK-115 G/GW	14 – 18 L/min
OSK-38 C/G	10 – 12 L/min	OSW-40	6 – 8 L/min
OSK-40 W	10 – 12 L/min	OSW-80-170	8 – 10 L/min
OSK-53 G/GW	12 – 16 L/min	OSZ	8 – 10 L/min
OSK-65 W	12 – 16 L/min	RBK-16/20	6 – 10 L/min
OSK-76 G/GW	14 – 18 L/min	depending on nozzle fitted	
		TURN 300	6 – 10 L/min
		depending on nozzle fitted	



QUY TRÌNH HÀN ORBITAL

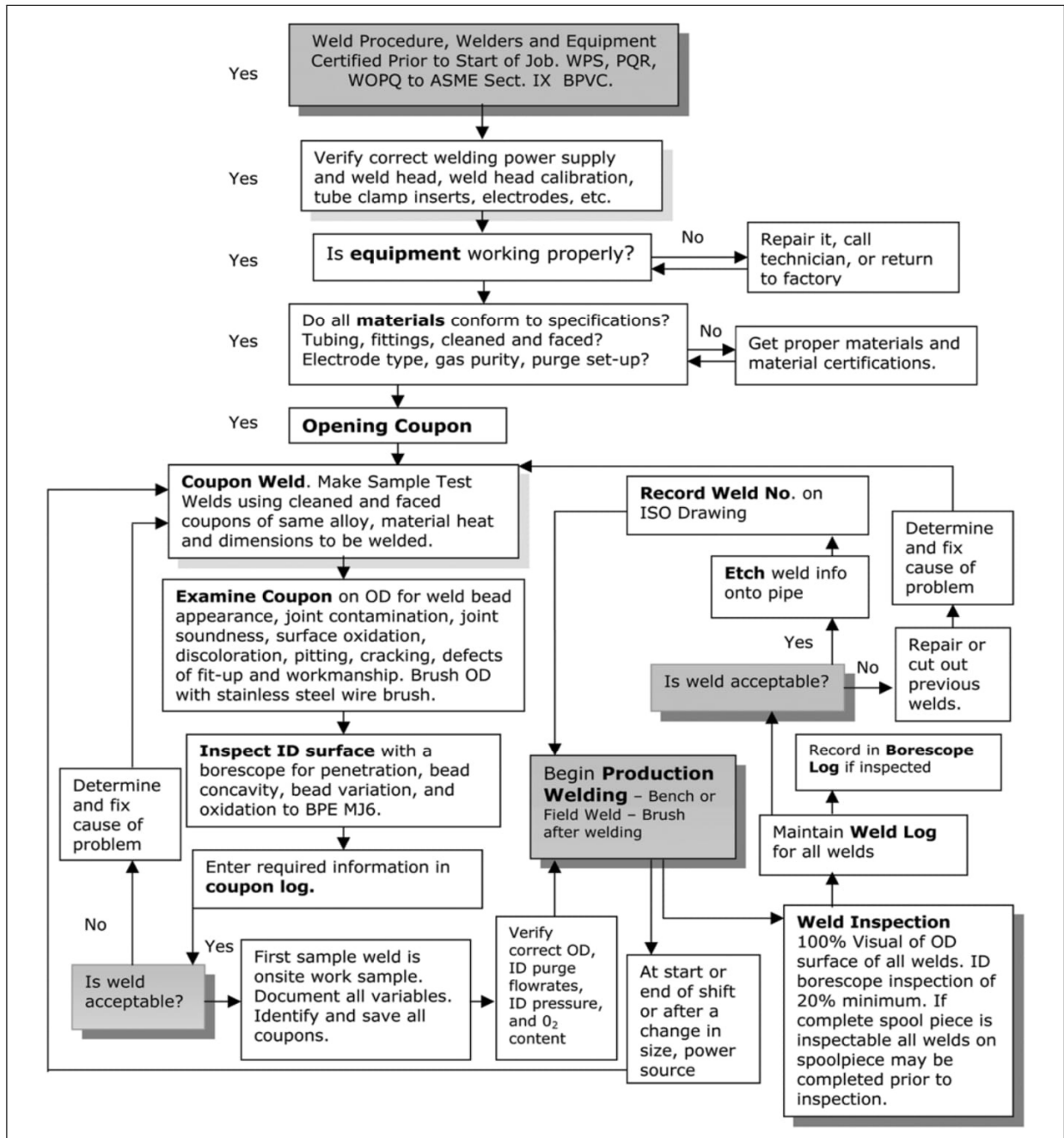


Figure 6. Flow chart for orbital welding/inspection/documentation of stainless steel welds.



**PHỤ LỤC: CÁC LỖI HAY XẢY RA VÀ CÁCH KHẮC PHỤC**

STT	Tình trạng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
01	Không ngẫu	Khe hở ống quá lớn	Căn chỉnh 2 mặt ống
		Dòng điện yếu (ampere)	Tăng dòng lên (8%)
		Hàn đính không đúng	Kiểm tra lại quá trình hàn đính
02	Mối hàn bên ngoài bị lõm	Không thổi khí argon bên trong hoặc thổi quá yếu	Tăng lưu lượng khí argon bên trong ống
		Dòng hàn quá mạnh	Giảm dòng hàn (8%)
03	Mối hàn bên trong bị lõm	Áp lực bên trong ống quá cao do thổi khí mạnh	Giảm lưu lượng khí argon bên trong ống
04	Mối hàn bên trong bị cháy đen	Nồng độ oxy bên trong vẫn còn quá cao trong quá trình hàn, không thổi khí hoặc thổi khí yếu	Tăng thời gian và lưu lượng thổi khí để nồng độ oxy về ngưỡng yêu cầu của ứng dụng cụ thể
05	Màn hình báo lỗi: Lỗi Error 03 (LOW GAS ERROR !)	Bình khí argon không mở hoặc không còn khí	Kiểm tra bình khí argon
		Ống dẫn khí không kết nối với máy hàn	Kiểm tra dây khí và cổng kết nối
06	Màn hình báo lỗi : Lỗi Error 11 (ARC VOLTAGE ERROR)	Khe hở hồ quang quá thấp – điện cực bị ngâm trong vũng hàn	Điều chỉnh lại khe hở theo bảng tra ở trên
		Khe hở hồ quang quá cao – gây nung chảy tạo lỗ trong vật liệu	Điều chỉnh lại khe hở theo bảng tra ở trên
		Thiết lập trong máy về giới hạn điện áp min/max sai sót	Kiểm tra lại có thay đổi hay bấm nhầm giới hạn điện áp không.

## THAM CHIẾU

1. Orbitec <https://orbitec-group.com>
2. Fronius [www.fronius.com](http://www.fronius.com)
3. Pro-Fusion by Elderfield & Hall
4. [http://m.engineeringnews.co.za/article/automatic-welding-solution-installed-2004-06-18/rep\\_id:4433](http://m.engineeringnews.co.za/article/automatic-welding-solution-installed-2004-06-18/rep_id:4433)
5. [http://www.waternunc.com/gb/Bwt01\\_2004.htm](http://www.waternunc.com/gb/Bwt01_2004.htm)
6. Henon, B.K. Orbital welding in compliance with the new ASME Bioprocessing Equipment (BPE) 1997 Standard. Pharmaceutical Engineering, Vol. 19 No.1, January/February, 1999ASTM/ ASME
7. AWS D18.1/D18.2 Specification for welding of austenitic stainless steel tube and pipe in sanitary (hygienic) applications 1999 American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126
8. <http://amazon-machine.com>

