

YẾU TỐ CÔNG NGHỆ VÀ MỨC ĐỘ Ô NHIỄM HƠI KIM LOẠI TẠI NƠI LÀM VIỆC CỦA THỢ HÀN HỒ QUANG ĐIỆN TRONG CÁC CƠ SỞ ĐÓNG TÀU KHU VỰC MIỀN TRUNG

Nhan Hồng Quang¹, Trương Thị Thúy Quỳnh¹, Đoàn Nguyên Bình¹, Đặng Thị Phương¹, Đoàn Thị Thanh Thanh²

¹ Phân viện Khoa học An toàn Vệ sinh lao động và Bảo vệ môi trường miền Trung

² Chi cục Bảo vệ môi trường miền Trung và Tây Nguyên - Cục Môi trường - Bộ NN & MT

Article Info

Article history:

Received 05 August 2025

Revised 18 August 2025

Accepted 05 September 2025

Keywords:

Arc welding,
Shipbuilding,
Danger,
Risk,
Welding fumes.

Abstract

The paper presents a comparative study of metal concentrations in arc welding fumes under different welding conditions. Data on metal concentrations in welding fumes were collected at the workplaces of arc welders at several shipbuilding facilities in the Central Vietnam. The research results show that: Compared with the method of shielded metal arc welding (SMAW), gas metal arc welding (GMAW) has a 77.78% reduction in measured metal concentration in welding fumes. There are 11.67% of measured values with a reduction in metal concentration of over 80%. When welding with stainless steel, the content of Cr, Ni and Mn in welding fumes is much higher than when welding mild steel. The measured value of Cr concentration in welding fume of stainless steel is higher than 200%. However, the Fe concentration in welding fume of stainless steel is much lower than that in welding fume of mild steel. The metal concentration measured in welding fume in standing welding position is higher than that in sitting welding position. Of the total 81 pairs of indicators measured in 9 positions, 63 indicators increased (accounting for 77.78%). Only 18 pairs of indicators had lower concentrations than in sitting position. These figures are 77.78% and 66.67% in NM2 and NM4.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành công nghiệp đóng tàu biển thúc đẩy nhiều lĩnh vực khoa học công nghệ khác phát triển nhanh chóng và khá đồng bộ từ nghiên cứu, chẩn đoán, kiểm định kỹ thuật và ứng dụng công nghệ mới. Do đó, công nghiệp đóng tàu biển phát triển sẽ kéo theo sự phát triển đồng bộ của hầu hết các ngành khoa học công nghiệp,

tạo điều kiện để công nghiệp Việt Nam không những có thể tiến kịp trình độ khoa học công nghiệp tiên tiến trên thế giới mà có thể “đi tắt, đón đầu” cho nhiều ngành công nghiệp khác [1]. Công nghiệp đóng tàu biển sử dụng sản phẩm của hầu hết các ngành công nghiệp khác như: luyện kim chế tạo máy, hoá chất, điện, điện tử, vật liệu... Như vậy, nếu đóng một con tàu, ngoài việc sử dụng hàng vạn

công nhân của ngành còn phải cần đến lực lượng lớn hơn của các ngành khác phục vụ vệ tinh cho nó, đặc biệt ngành cơ khí, trong đó hàn hồ quang đóng góp vai trò cực kỳ quan trọng trong ngành đóng tàu [2].

Hàn là một quá trình công nghiệp phổ biến. Hàn là nguyên nhân của các mối nguy như tiếng ồn, khói, khí kim loại, nhiệt độ cao và bức xạ tia cực tím [3]. Hàn cũng là một trong những nguyên nhân gây ra bụi siêu mịn, có tác động đến chất lượng không khí ở nơi làm việc. Hàn tạo ra ít nhất 33 khói kim loại nguy hiểm và độc hại [4]. Khói hàn là các hạt rắn có nguồn gốc từ vật liệu hàn, kim loại hàn và lớp phủ trên kim loại hàn. Khi hàn, nhiệt độ cực cao của hồ quang làm bay hơi lớp phủ kim loại hàn và điện cực. Kim loại bay hơi ngưng tụ thành các hạt nhỏ gọi là khói hàn. Thợ hàn tiếp xúc với khói hàn, chủ yếu là sự kết hợp của mangan, crom, niken và sắt [5]. Khi mới được tạo thành, hầu hết các hạt kim loại trong khói hàn có đường kính nhỏ hơn $1\mu\text{m}$. Theo thời gian, kích thước của chúng tăng lên do sự kết tụ [6]. Thợ hàn tiếp xúc với khói hàn và các sản phẩm phụ của quá trình hàn rất nguy hiểm đối với sức khỏe của họ. Khói hàn đi vào vùng thở của thợ hàn có thể bị hít vào phổi, kết tụ và lắng đọng trên đường hô hấp do hiệu ứng nhiệt [7]. Có gần 90% chất gây ô nhiễm từ quá trình hàn là do vật liệu hàn, trong khi 10% còn lại là do kim loại hàn [8]. Sự hình thành và thành phần của khói hàn phụ thuộc vào một số yếu tố. Những yếu tố này bao gồm công nghệ hàn, chất bảo vệ (sử dụng trong một vài công nghệ hàn), loại và thành phần của điện cực, điện áp và dòng điện hàn, chất trợ dung, cấu trúc của chi tiết hàn và giải pháp thông gió. Bài báo này trình bày một số kết quả so sánh nồng độ kim loại trong khói hàn đo được tại các cơ sở đóng tàu khu vực miền Trung trong các điều kiện hàn khác nhau.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là nồng độ kim loại trong khói hàn tại một số nhà máy đóng tàu khu vực miền Trung với các điều kiện hàn khác nhau. 04 Nhà máy đóng tàu lựa chọn bao gồm:

1. Nhà máy X50 (Tổng công ty Sông Thu, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng-NM1)

Đóng tại số 96, đường Yết Kiêu, phường Thọ Quang, quận Sơn Trà, thành phố Đà Nẵng. Nhà máy X50 có thể sửa chữa, hoán cải tất cả các loại tàu mặt nước hiện có của Quân chủng Hải quân từ cấp bảo quản đến cấp sửa chữa lớn; tiếp cận và huấn luyện sửa chữa các thiết bị trên tàu ngầm lớp Kilo 636. Đóng mới một số loại tàu biển.

2. Công ty TNHH Nhà máy tàu biển Hyundai-Vinashin - NM2

Đóng tại số 01 thôn Mỹ Giang, xã Ninh Phước, thị xã Ninh Hoà, tỉnh Khánh Hoà. Công ty TNHH Nhà máy tàu biển Hyundai-Vinashin với quy trình công nghệ hoàn thiện có thể đóng tàu công suất lớn. Trong những năm gần đây, Công ty mở rộng sản xuất đóng mới các tàu có công suất lên đến 950.000 DWT/năm.

3. Công ty TNHH Đóng Tàu Sông Lô-NM3

Địa chỉ tại Tổ 40 Sơn Thủy, Vĩnh Phước, Nha Trang, Khánh Hòa. Mặt hàng chủ yếu là các loại tàu Composite với phần công nghệ chế tạo các tổ hợp chi tiết kim loại bằng phương pháp hàn hồ quang điện.

4. Công ty công nghiệp tàu thủy Nha Trang-NM4

Đóng tại 185 Ngô Đến, Vĩnh Phước, Nha Trang, Khánh Hòa. Công ty Công nghiệp Tàu thủy Nha Trang có nhiệm vụ đóng mới, sửa chữa và hoán cải tàu biển. Quy trình công nghệ tương tự Nhà máy đóng tàu X50 Hải Quân. Tuy nhiên có một số khác biệt về nhân sự và đặc điểm môi trường sản xuất, mặt bằng sản xuất.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp đo đạc, lấy mẫu và phân tích

Đo đạc, lấy mẫu và phân tích trong phòng thí nghiệm nhằm xây dựng bộ số liệu về môi trường lao động tại các cơ sở đóng tàu.

Kim loại trong khói hàn được lấy mẫu bằng bơm lấy mẫu cá nhân lưu lượng 2,5 lít/phút.

Phương pháp lấy mẫu đối với từng chỉ tiêu tuân thủ theo các TCVN cũng như Thường quy kỹ thuật quy định cho chỉ tiêu đó. Quy trình lấy mẫu cá nhân như sau:

Tiến hành lắp mẫu (chất hấp phụ hoặc dung dịch hấp thụ mẫu) và điều chỉnh bơm, lưu lượng, vị trí bơm phù hợp cho người lao động trong quá trình thao tác. Trước ống thu mẫu lắp thêm đầu bảo vệ để tránh ảnh hưởng của đầu ống cho người đeo mẫu (Hình 1). Hướng đầu ống bảo vệ (đầu hút) về vùng thở của người lao động, chú ý tránh để bị tụt ống do va chạm với áo quần hoặc máy móc thiết bị.

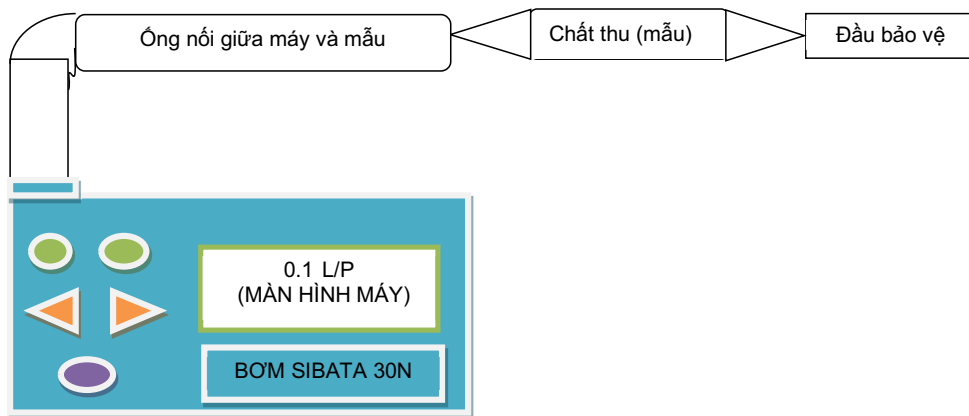
Thiết bị quang phổ hấp thụ ngọn lửa AA7000 Shimadzu được sử dụng để xác định nồng độ vết kim loại sinh ra trong khói hàn tại nguồn.

2.2.2. Các vị trí khảo sát:

24 vị trí như trong Bảng 1

2.2.3. Phương pháp so sánh

Mức độ phơi nhiễm khói hàn có thể thay đổi rất nhiều tùy thuộc vào các yếu tố như quy trình hàn, điện cực được sử dụng và việc sử dụng phương pháp đo đúng cách cùng nhiều yếu tố khác. Việc đánh giá mức độ phơi nhiễm khói hàn được thực hiện trong vùng hô hấp. Việc so sánh giữa các nghiên cứu hàn và đánh giá phơi nhiễm rất khó khăn. Trong đề tài này, phân tích tiên nghiệm cho sự khác biệt giữa hai giá trị trung bình phụ thuộc (các cặp được ghép đôi) hoặc kiểm định Wilcoxon có dấu-hạng (cho các cặp được ghép đôi) dựa trên hai bộ dữ liệu khác nhau có sẵn. Theo nhiều tài liệu nghiên cứu để có độ tin cậy trong dữ liệu,



Hình 1. Sơ đồ thiết bị thu mẫu

Bảng 1. Các vị trí khảo sát

K1	Cắt tôn, các chi tiết 1G	K13	Hàn phân đoạn khối – hàn ngửa 4G
K2	Hàn thanh dầm	K14	Hàn phân đoạn khối – hàn sắp hoặc MIG 1G
K3	Hàn khung 1G	K15	Hàn tổng đoạn mũ (lắp úp) 1G
K4	Hàn khung 3G	K16	Hàn tổng đoạn mũ (lắp úp) 3G
K5	Hàn tấm phẳng 1G	K17	Hàn tổng đoạn lá (lắp úp) 1G
K6	Hàn tấm phẳng 1G	K18	Hàn tổng đoạn lá (lắp úp) 2G
K7	Hàn phân đoạn phẳng - hàn vách ngang 2G	K19	Hàn thân trên triển – hàn tôn bao với tôn mặt trong 4G
K8	Hàn phân đoạn phẳng - hàn vách ngang 3G	K20	Hàn thân trên triển – hàn tôn bao với tôn mặt trong 1G
K9	Hàn phân đoạn phẳng - hàn boong 2G	K21	Hàn thân trên triển – hàn boong phụ, đáy đôi 4G
K10	Hàn phân đoạn phẳng - hàn boong 1G	K22	Hàn thân trên triển – hàn boong phụ, đáy đôi
K11	Hàn phân đoạn phẳng - hàn mạn 2G	K23	Hàn thân trên triển – hàn nối cơ dọc của hai tổng đoạn với nhau 4G
K12	Hàn phân đoạn phẳng - hàn mạn 3G	K24	Hàn thân trên triển – hàn nối cơ dọc của hai tổng đoạn với nhau 1G

cần từ 8 đến 17 mẫu được ghép đôi. Đối với khối hàn, độ tin cậy thống kê đạt 70% khi tổng các cặp ghép đôi được xem xét để phân tích lớn hơn 12 cặp. Ngoài ra, các cặp giá trị ngoại lệ có thể tìm thấy trong một tập hợp mẫu nào đó. Tập hợp này không bị loại bỏ nếu cả hai giá trị của cặp nồng độ đều thể hiện nồng độ bất thường khi so sánh với các tập hợp mẫu khác. Phân tích thống kê đã được thực hiện bao gồm giá trị ngoại lệ và loại trừ giá trị ngoại lệ để nghiên cứu sự khác biệt trong kết quả. Kiểm định phi tham số Wilcoxon đã được thực hiện để phân tích sự khác biệt nồng độ giữa các cặp. Phần mềm Microsoft Office Excel 2019 được sử dụng để thực hiện phân tích thống kê mô tả. Phân tích này bao gồm tính toán giá trị trung bình. Nồng độ trung bình được tính toán để nghiên cứu sự khác biệt do khoảng nồng độ lớn giữa các kim loại được phân tích trong khối hàn.

Để có cơ sở so sánh phân bố nồng độ của các kim loại có trong khối hàn, một số điều kiện có thể tác động đến quá trình hình thành khối hàn được xem xét:

- Điều kiện hàn không quá khác biệt nhau. Có thể kể đến là: tư thế hàn, kim loại hàn (kim loại cơ sở và kim loại qua hàn); các thông số phụ của máy hàn cũng như tốc độ hàn.

- Điều kiện thu mẫu tương tự nhau: Điều kiện thời tiết, vị trí hàn, thời gian thu mẫu, bảo quản mẫu và kỹ thuật phân tích mẫu.

- Vị trí hàn, không gian làm việc (mở, hạn chế, kín).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Phân bố nồng độ các kim loại nặng trong khối hàn khi sử dụng phương pháp hàn khác nhau.

Hàn hồ quang tay (MMA, SMAW) với điện cực có lớp phủ là một trong những phương pháp hàn gây nhiều phát thải khối hàn. Một phần do khối sinh ra từ lớp vỏ điện cực. Loại và độ dày của điện cực đóng vai trò quan trọng trong quá trình hàn. Nó làm giảm thể ion hóa trong chiều dài hồ quang hàn, giúp đánh lửa dễ dàng hơn và hồ quang ổn định hơn, bảo vệ kim loại nóng chảy tốt hơn dưới lớp xỉ

hàn. Vỏ điện cực có nhiều chức năng: các nguyên tố hợp kim Mn, Ni, Cr, Mo được thêm vào vỏ điện cực và do đó thực hiện quá trình hợp kim hóa. Ngoài ra, vỏ điện cực còn loại bỏ oxy và hydro dư thừa khỏi vật liệu nóng chảy. Nói cách khác, nó thực hiện quá trình khử khí và cuối cùng là loại bỏ lưu huỳnh và phốt pho khỏi vật liệu nóng chảy. Tất cả những điều này góp phần cải thiện các tính chất cơ học của mối hàn. Trong quá trình hàn, một lượng khối đáng kể được tạo ra, giúp bảo vệ vùng hàn khỏi các ảnh hưởng xấu từ không khí. Tuy nhiên, bên cạnh những tác dụng tích cực đến quá trình hàn, vỏ điện cực rõ ràng cũng tạo ra một lượng khối hàn đáng kể, ảnh hưởng bất lợi đến điều kiện làm việc của người lao động.

Tại các cơ sở khảo sát, hai phương pháp hàn chủ yếu được sử dụng là phương pháp hàn hồ quang thủ công (MMA, SMAW) và phương pháp dưới lớp khí bảo vệ (GMAW). Các thông số cụ thể của quá trình hàn được trình bày tại Bảng 2.

Phương pháp hàn SMAW là phương pháp hàn thủ công, mối hàn hình thành bởi vùng hàn do nhiệt hồ quang điện. Để đảm bảo chất lượng mối hàn, quá trình oxy hóa kim loại nóng chảy do ngọn lửa hồ quang được hạn chế bởi lớp hợp chất hóa học che phủ que hàn. Khi hàn, lớp này bị nóng chảy và nổi lên bề mặt vùng hàn như một lớp bảo vệ ngăn cách oxy không khí tiếp xúc với kim loại nóng chảy. Tương tự, phương pháp hàn GMAW cũng sử dụng lớp ngăn cách quá trình hình thành các oxide kim loại để đảm bảo chất lượng mối hàn. Tuy nhiên, khác với phương pháp SMAW, phương pháp GMAW lớp che phủ là khí trơ (thường là CO₂, Argon). Do sử dụng lớp bảo vệ khác nhau, chất lượng bảo vệ khác nhau nên thành phần khối hàn hình thành cũng khác nhau.

Để so sánh, các kết quả phân tích khối kim loại từ các vị trí tương tự nhau của nhà máy đóng tàu NM1 và nhà máy đóng tàu NM2 được lựa chọn. Kết quả so sánh trình bày ở Bảng 3 và Bảng 4.

Trong hàn dưới lớp khí bảo vệ (GMAW), dây hàn điện cực thép cacbon ER70S-3 đã

được sử dụng. Dây hàn lõi thuốc tạo ra nhiều khói hơn dây hàn đặc do sự thoát hơi thuốc và mỗi loại thuốc hàn lại có đặc tính khác nhau. Trong quá trình khảo sát, chúng tôi đã xác định loại dây hàn sử dụng ở các cơ sở là dây hàn đặc. Loại và thành phần khí bảo vệ được biết đến rộng rãi là yếu tố ảnh hưởng sâu sắc đến tốc độ tạo khói. Khí được sử dụng trong hàn ở các cơ sở là 92% argon/8% CO₂, một lựa chọn phổ biến trong công nghiệp.

Kết quả so sánh cho thấy hàm lượng khí thoát ra trong khói hàn ở cơ sở NM2 (sử dụng kỹ thuật hàn GMAW) giảm so với nồng độ chất ô nhiễm trong khói hàn tại Nhà máy đóng tàu NM1 (sử dụng kỹ thuật hàn hồ quang tay dưới lớp thuốc bảo vệ SMAW). 21 giá trị đo có nồng độ kim loại giảm trên 80%. Tỷ lệ giảm trung bình cao nhất 282% (Cr), riêng chì không có vị trí nào giảm. So sánh nồng độ kim loại trong khói hàn hai phương pháp hàn trình bày ở Hình 2.

Bảng 2. Phương pháp hàn khảo sát tại các cơ sở đóng tàu

	Phương pháp hàn		Vật liệu hàn		Chế độ hàn	
	SMAW	GMAW	Thép C	SUS 304	Dòng điện	Vận tốc
NM1	√		√		80-110A	80-150mm/phút
NM2		√	√		80-110A	80-150mm/phút
NM4	√		√		80-110A	80-150mm/phút
NM3	√			√	80-100A	50-100mm/phút

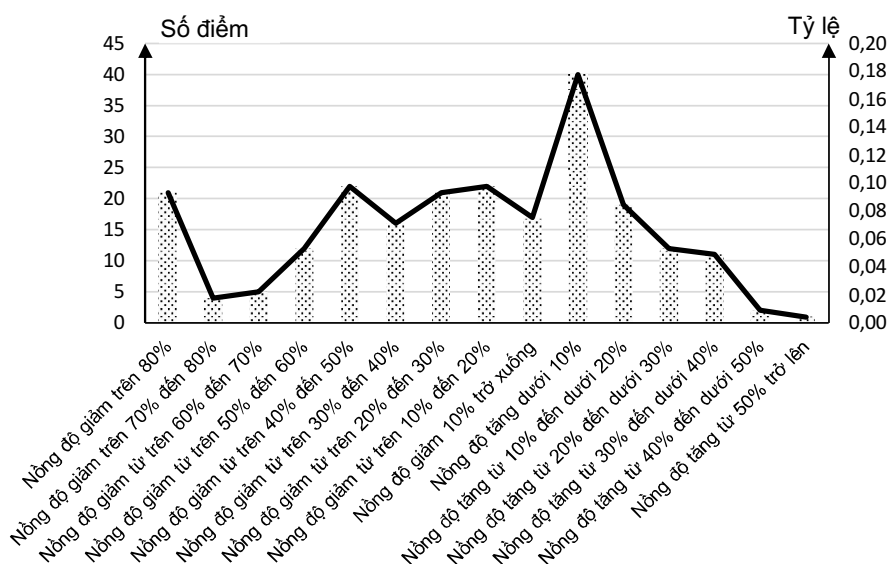
Bảng 3. So sánh nồng độ kim loại trong khói hàn với phương pháp hàn khác nhau (mg/m³)

Vị trí	As (0,002: NIOSH REL-TWA) ^(*)			Cd (0,005: QCVN 03/BYT) ^(*)			Cr (0,5: NIOSH REL-TWA) ^(*)			Chì (0,05: OSHA PEL-TWA) ^(*)			Cu (0,1: QCVN 03/BYT) ^(*)		
	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -
K1	0,002	0,002	0	0,0006	0,0006	0	0,06	0,04	-50	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
K2	0,004	0,005	20	0,0015	0,0011	-36,4	0,44	0,38	-15,8	0,01	0,01	0	0,06	0,05	-20
K3	0,003	0,004	25	0,0019	0,0012	-58,3	0,45	0,29	-55,2	0,01	0,01	0	0,07	0,06	-16,7
K4	0,003	0,006	50	0,0017	0,0012	-41,7	0,45	0,2	-125	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K5	0,004	0,006	33,33	0,0014	0,0011	-27,3	0,47	0,21	-124	0,01	0,01	0	0,06	0,06	0
K6	0,004	0,005	20	0,0013	0,0009	-44,4	0,48	0,22	-118	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K7	0,005	0,004	-25	0,0018	0,0012	-50	0,38	0,31	-22,6	0,01	0,01	0	0,08	0,05	-60
K8	0,005	0,003	-66,67	0,0019	0,0013	-46,2	0,41	0,28	-46,4	0,01	0,01	0	0,06	0,06	0
K9	0,006	0,005	-20	0,0019	0,0014	-35,7	0,65	0,29	-124	0,01	0,01	0	0,07	0,06	-16,7
K10	0,006	0,004	-50	0,0018	0,0013	-38,5	0,42	0,4	-5	0,01	0,01	0	0,05	0,07	28,57
K11	0,008	0,005	-60	0,0014	0,0013	-7,69	0,46	0,36	-27,8	0,01	0,01	0	0,05	0,07	28,57
K12	0,009	0,006	-50	0,0013	0,0012	-8,33	0,52	0,38	-36,8	0,01	0,01	0	0,06	0,05	-20
K13	0,005	0,006	16,67	0,0014	0,0014	0	0,51	0,23	-122	0,01	0,01	0	0,07	0,08	12,5
K14	0,007	0,008	12,5	0,0008	0,001	20	0,27	0,24	-12,5	0,01	0,01	0	0,06	0,07	14,29
K15	0,006	0,005	-20	0,0008	0,0009	11,11	0,31	0,26	-19,2	0,01	0,01	0	0,07	0,07	0
K16	0,006	0,005	-20	0,0009	0,0008	-12,5	0,3	0,43	30,23	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K17	0,008	0,005	-60	0,0009	0,0014	35,71	0,46	0,44	-4,55	0,01	0,01	0	0,05	0,07	28,57
K18	0,009	0,004	-125	0,0009	0,0014	35,71	0,56	0,44	-27,3	0,01	0,01	0	0,07	0,06	-16,7
K19	0,008	0,006	-33,33	0,0012	0,0015	20	0,47	0,2	-135	0,01	0,01	0	0,07	0,06	-16,7
K20	0,005	0,006	16,67	0,0011	0,0008	-37,5	0,63	0,19	-232	0,01	0,01	0	0,06	0,05	-20
K21	0,008	0,004	-100	0,001	0,0008	-25	0,65	0,17	-282	0,01	0,01	0	0,06	0,06	0
K22	0,007	0,005	-40	0,001	0,0009	-11,1	0,48	0,3	-60	0,01	0,01	0	0,07	0,06	-16,7
K23	0,008	0,006	-33,33	0,0015	0,0011	-36,4	0,5	0,33	-51,5	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K24	0,008	0,007	-14,29	0,0016	0,0011	-45,5	0,47	0,35	-34,3	0,01	0,01	0	0,06	0,07	16,67
TB	0,006	0,005	-21,81	0,0013	0,0011	-18,3	0,45	0,29	-70,9	0,01	0,01	0	0,06	0,061	-0,31

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 4. So sánh nồng độ kim loại trong khói hàn với phương pháp hàn khác nhau (mg/m³)

Vị trí	Zn (0,1: QCVN 03/BYT) ⁽¹⁾			Mn (0,3: QCVN 03/BYT) ⁽¹⁾			Ni (0,015: NIOSH REL-TWA) ⁽¹⁾			Fe (5: ACGIH TLV-TWA) ⁽¹⁾		
	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -	SMAW	GMAW	(%) Tăng + giảm -
K1	0,26	0,33	21,21	0,028	0,015	-86,7	0,025	0,025	0	1,49	1,51	1,325
K2	3,24	2,6	-24,62	0,079	0,058	-36,2	0,064	0,046	-39,1	3,78	3,62	-4,42
K3	3,81	2,59	-47,1	0,083	0,054	-53,7	0,065	0,036	-80,6	2,23	2,67	16,48
K4	3,96	1,63	-142,9	0,089	0,1	11	0,072	0,058	-24,1	2,79	2,18	-28
K5	4,01	2,54	-57,87	0,091	0,103	11,65	0,067	0,063	-6,35	3,83	2,27	-68,7
K6	3,93	2,57	-52,92	0,104	0,108	3,704	0,082	0,056	-46,4	2,25	2,26	0,442
K7	4,36	3,47	-25,65	0,095	0,088	-7,95	0,07	0,026	-169	2,3	3,93	41,48
K8	4,41	3,52	-25,28	0,114	0,081	-40,7	0,067	0,026	-158	2,58	3,84	32,81
K9	4,26	3,51	-21,37	0,093	0,085	-9,41	0,076	0,054	-40,7	2,78	3,79	26,65
K10	3,92	3,81	-2,887	0,129	0,088	-46,6	0,077	0,05	-54	3,08	3	-2,67
K11	4,31	3,82	-12,83	0,093	0,145	35,86	0,071	0,055	-29,1	4,08	1,7	-140
K12	4,16	3,84	-8,333	0,1	0,148	32,43	0,086	0,046	-87	3,08	1,73	-78
K13	3,89	3,27	-18,96	0,113	0,145	22,07	0,087	0,05	-74	2,46	1,5	-64
K14	3,25	2,23	-45,74	0,07	0,077	9,091	0,056	0,056	0	2,43	1,24	-96
K15	4,26	3,35	-27,16	0,07	0,079	11,39	0,06	0,058	-3,45	1,84	3,03	39,27
K16	4,86	3,1	-56,77	0,069	0,081	14,81	0,061	0,088	30,68	1,75	3,04	42,43
K17	3,71	3,04	-22,04	0,07	0,1	30	0,059	0,089	33,71	1,68	2,04	17,65
K18	3,76	3,14	-19,75	0,99	0,107	-825	0,077	0,086	10,47	2,68	3,56	24,72
K19	4,27	3,07	-39,09	0,104	0,104	0	0,076	0,063	-20,6	2,83	2,15	-31,6
K20	3,96	2,77	-42,96	0,118	0,098	-20,4	0,086	0,059	-45,8	2,29	1,77	-29,4
K21	4,57	2,84	-60,92	0,126	0,099	-27,3	0,09	0,064	-40,6	3,25	1,79	-81,6
K22	3,96	2,83	-39,93	0,145	0,119	-21,8	0,094	0,049	-91,8	2,44	2,26	-7,96
K23	4,41	3,04	-45,07	0,122	0,14	12,86	0,087	0,052	-67,3	2,53	2,37	-6,75
K24	4,28	3,03	-41,25	0,111	0,11	-0,91	0,092	0,052	-76,9	2,41	2,28	-5,7
TB	3,909	2,914	-35,84	0,133	0,0972	-40,9	0,073	0,054	-45	2,62	2,48	-16,7



Hình 2. So sánh nồng độ kim loại trong khói hàn của các phương pháp hàn GMAW và SMAW

Nguyên nhân khác biệt chủ yếu là do thành phần của que hàn. Các nghiên cứu trước đây xác nhận rằng hầu như toàn bộ khối hàn GMAW đều đến từ điện cực chứ không phải từ vật hàn cơ bản, trừ khi vật hàn được phủ dầu, sơn hoặc một chất nào khác. Thép cacbon (A36) là kim loại hàn phổ biến nhất hiện nay trong ngành đóng tàu nên các cơ sở đã chọn trong công nghệ của mình.

3.2. Phân bố nồng độ các kim loại trong khối hàn khi sử dụng vật liệu hàn khác nhau

Thành phần khối hàn còn phụ thuộc vào các loại vật liệu hàn khác nhau. Bao gồm kim loại cơ sở (kim loại cần hàn) và que hàn. Bảng 2 cho thấy trong dây chuyền công nghệ đóng tàu của mình, NM3 chủ yếu sử dụng que hàn bằng thép không gỉ để hàn các chi tiết bằng INOX. Các nhà máy đóng tàu còn lại sử dụng que hàn thép thường (thép carbon) để hàn các chi tiết thép. Thông thường các kết quả phân tích nguyên tố của cả que hàn thép không gỉ và thép carbon cho thấy cả hai đều chứa Fe, Mn

và Cu. Tuy nhiên, thép không gỉ còn chứa các kim loại khác như Cr và Ni, trong khi thép thường có một lượng nhỏ Si. Thành phần kim loại trong khối hàn ngoài việc phụ thuộc vào vật liệu bảo vệ mối hàn còn phụ thuộc nhiều vào thành phần vật liệu que hàn như đã đề cập đến trên đây. So sánh hàm lượng kim loại nặng trong khối hàn ở Nhà máy NM2 và NM3 được trình bày ở các Bảng 5 và Bảng 6.

Cụ thể, tổng hợp so sánh nồng độ kim loại Cr, Mn và Ni trong khối hàn INOX so với nồng độ các kim loại này trong khối hàn thép thường trình bày trên Hình 3.

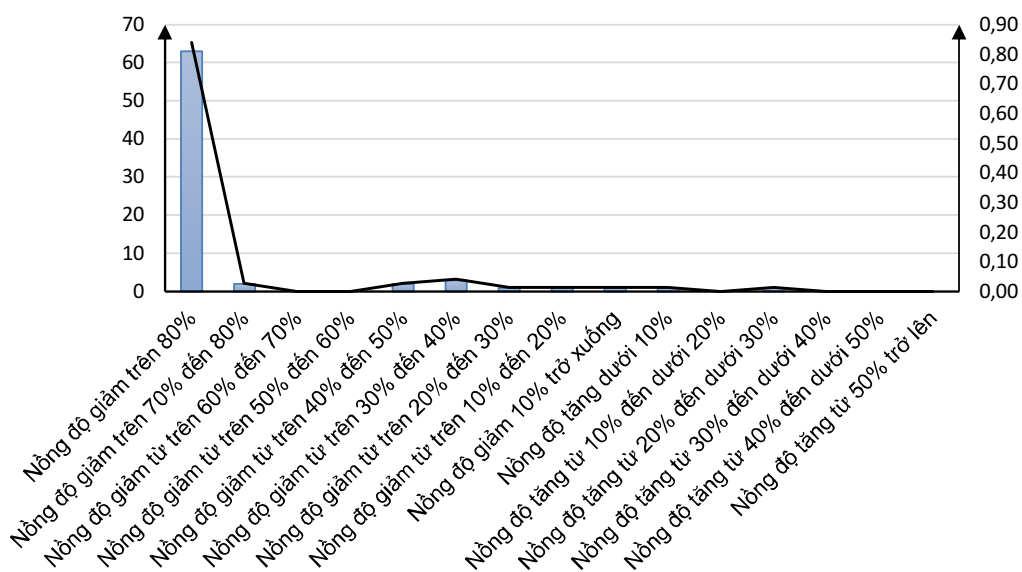
Với kim loại hàn là thép INOX, hàm lượng Cr, Ni và Mn trong khối hàn cao hơn nhiều so với hàn thép thường. Có hơn 63/75 cặp điểm đo có hàm lượng Cr, Ni, Mn trong khối hàn của thép INOX và trong khối hàn của thép thường. Tuy vậy, nồng độ Fe trong khối hàn kim loại không gỉ thấp hơn nhiều so với khối hàn thép thường. Điều đó chủ yếu phụ thuộc vào bản chất của kim loại hàn như đã đề cập đến ở trên.

Bảng 5. So sánh nồng độ kim loại trong khối hàn với kim loại hàn khác nhau (mg/m³)

Vị trí	As			Cd			Cr			Chì			Cu		
	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -
K1	0,002	0,002	0	0,0006	0,0006	0	0,13	0,04	-225	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
K2	0,002	0,005	60	0,0006	0,0006	0	0,49	0,38	-28,9	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
K3	0,002	0,004	50	0,0006	0,0006	0	0,55	0,29	-89,7	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K4	0,002	0,006	66,67	0,0006	0,0006	0	0,42	0,2	-110	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K5	0,002	0,006	66,67	0,0006	0,0006	0	0,49	0,21	-133	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K6	0,002	0,005	60	0,0006	0,0006	0	0,43	0,22	-95,5	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K7	0,002	0,004	50	0,0006	0,001	40	0,57	0,31	-83,9	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
K8	0,002	0,003	33,33	0,0006	0,0011	45,45	0,5	0,28	-78,6	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K9	0,002	0,005	60	0,0006	0,0011	45,45	0,52	0,29	-79,3	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K10	0,002	0,004	50	0,0006	0,0013	53,85	0,53	0,4	-32,5	0,01	0,01	0	0,05	0,07	28,57
K11	0,002	0,005	60	0,0006	0,0013	53,85	0,66	0,36	-83,3	0,01	0,01	0	0,05	0,07	28,57
K12	0,002	0,006	66,67	0,0006	0,0012	50	0,29	0,38	23,68	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
K13	0,002	0,006	66,67	0,0006	0,0014	57,14	0,3	0,23	-30,4	0,01	0,01	0	0,05	0,08	37,5
K14	0,002	0,008	75	0,0006	0,001	40	0,48	0,24	-100	0,01	0,01	0	0,05	0,07	28,57
K15	0,002	0,005	60	0,0006	0,0009	33,33	0,48	0,26	-84,6	0,01	0,01	0	0,05	0,07	28,57
K16	0,002	0,005	60	0,0006	0,0008	25	0,47	0,43	-9,3	0,01	0,01	0	0,08	0,06	-33,3
K17	0,002	0,005	60	0,0006	0,0014	57,14	0,64	0,44	-45,5	0,01	0,01	0	0,06	0,07	14,29
K18	0,002	0,004	50	0,0006	0,0014	57,14	0,63	0,44	-43,2	0,01	0,01	0	0,06	0,06	0
K19	0,002	0,006	66,67	0,0006	0,0015	60	0,62	0,2	-210	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K20	0,002	0,006	66,67	0,0006	0,0008	25	0,41	0,19	-116	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
K21	0,002	0,004	50	0,0006	0,0008	25	0,54	0,17	-218	0,01	0,01	0	0,06	0,06	0
K22	0,002	0,005	60	0,0006	0,0009	33,33	0,42	0,3	-40	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K23	0,002	0,006	66,67	0,0006	0,0011	45,45	0,72	0,33	-118	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
K24	0,002	0,007	71,43	0,0006	0,0011	45,45	0,72	0,35	-106	0,01	0,01	0	0,05	0,07	16,67

Bảng 6. So sánh nồng độ kim loại trong khói hàn với kim loại hàn khác nhau (mg/m³)

Vị trí	Zn			Mn			Ni			Fe		
	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -	Thép C	Thép INOX	(%) Tăng + giảm -
K1	0,53	0,63	15,87	0,018	0,015	-20	0,025	0,025	0	0,36	1,51	76,16
K2	1,13	2,6	56,54	0,041	0,018	-128	0,051	0,016	-219	0,6	3,62	83,43
K3	1,09	2,59	57,92	0,04	0,014	-186	0,054	0,016	-238	0,59	2,67	77,9
K4	0,79	1,63	51,53	0,053	0,01	-430	0,057	0,015	-280	0,52	2,18	76,15
K5	0,84	1,54	45,45	0,051	0,013	-292	0,062	0,013	-377	0,54	2,27	76,21
K6	0,82	1,57	47,77	0,057	0,018	-217	0,064	0,016	-300	0,57	2,26	74,78
K7	1,09	3,47	68,59	0,036	0,018	-100	0,048	0,016	-200	0,46	3,93	88,3
K8	1,09	3,52	69,03	0,035	0,011	-218	0,046	0,016	-188	0,46	3,84	88,02
K9	1,13	3,51	67,81	0,052	0,015	-247	0,046	0,014	-229	0,45	3,79	88,13
K10	0,77	3,81	79,79	0,049	0,018	-172	0,043	0,015	-187	0,7	3	76,67
K11	0,76	3,82	80,1	0,051	0,015	-240	0,045	0,015	-200	0,71	1,7	58,24
K12	0,76	3,84	80,21	0,054	0,018	-200	0,042	0,016	-163	0,73	1,73	57,8
K13	1,01	2,27	55,51	0,043	0,015	-187	0,056	0,015	-273	1,01	1,5	32,67
K14	1,11	2,23	50,22	0,041	0,017	-141	0,064	0,016	-300	1,02	1,24	17,74
K15	1,09	2,35	53,62	0,044	0,019	-132	0,048	0,018	-167	0,49	3,03	83,83
K16	1,1	3,1	64,52	0,033	0,011	-200	0,051	0,018	-183	0,46	3,04	84,87
K17	1,11	3,04	63,49	0,033	0,01	-230	0,064	0,019	-237	0,51	2,04	75
K18	1,03	3,14	67,2	0,038	0,017	-124	0,045	0,016	-181	1,12	3,56	68,54
K19	1,18	3,07	61,56	0,041	0,014	-193	0,05	0,013	-285	1,16	2,15	46,05
K20	1,58	1,77	10,73	0,048	0,018	-167	0,056	0,019	-195	1,14	1,77	35,59
K21	1,56	1,84	15,22	0,045	0,019	-137	0,046	0,014	-229	0,76	1,79	57,54
K22	1,51	1,83	17,49	0,049	0,019	-158	0,045	0,019	-137	0,81	2,26	64,16
K23	0,91	2,04	55,39	0,05	0,014	-257	0,039	0,012	-225	0,49	2,37	79,32
K24	0,94	2,03	53,69	0,055	0,012	-358	0,037	0,012	-208	0,51	2,28	77,63
TB	1,039	2,552	53,72	0,044	0,0153	-197	0,049	0,016	-217	0,674	2,48	68,53



Hình 3. So sánh nồng độ các kim loại Cr, Mn và Ni trong khói hàn Inox và trong khói hàn thép thường

3.3. Nồng độ kim loại trong khói hàn khi hàn với các tư thế khác nhau

Trong công nghiệp đóng tàu, hàn được thực hiện với nhiều tư thế hàn khác nhau. Tại các cơ sở khảo sát, ngoài các vị trí hàn đặc biệt khác thì 4 vị trí hàn thường xuyên được sử dụng là hàn sắp (1G; 1F); hàn ngang (2G; 2F); hàn leo (3G; 3F); hàn ngửa (4G; 4F). (G: Mối hàn rãnh; F: mối hàn góc).

Nghiên cứu này trình bày những khác biệt trong kết quả khảo sát nồng độ kim loại trong khói hàn trong hai trường hợp tư thế ngồi và tư thế đứng. Bỏ qua một số yếu tố ảnh hưởng không quá lớn khác đến quá trình thu mẫu như vị trí, điều kiện vi khí hậu, tốc độ hàn... Các cơ sở lựa chọn nghiên cứu bao gồm Nhà máy đóng tàu NM1 và NM4. Các vị trí lựa chọn để nghiên cứu trình bày trên Bảng 7.

Nồng độ kim loại đo được trong khói hàn trình bày ở các Bảng 8 và Bảng 9.

Kết quả so sánh trên Hình 4 cho thấy, ở NM1, khói hàn khi hàn ở tư thế đứng thu được thường có nồng độ các chất ô nhiễm cao hơn so với hàn ở tư thế ngồi. Trong tổng số 81 cặp chỉ tiêu đo được ở 9 vị trí, có 63 chỉ tiêu tăng cao hơn (chiếm 77,78%). Chỉ có 18 cặp chỉ tiêu có nồng độ thấp hơn so với tư thế ngồi.

Từ Hình 5 ta thấy, tương tự như ở NM1, khói hàn khi hàn ở tư thế đứng thu được cao hơn so với hàn ở tư thế ngồi. Có 54/81 chỉ tiêu tăng cao hơn (trong đó có 23 điểm có nồng độ tăng dưới 10%). Chỉ có 27/81 chỉ tiêu có nồng độ thấp hơn so với tư thế ngồi. Nồng độ kim loại trong khói hàn cao hơn 50% tại 6 điểm đo (chiếm 7,41%).

Bảng 7. Lựa chọn các vị trí so sánh

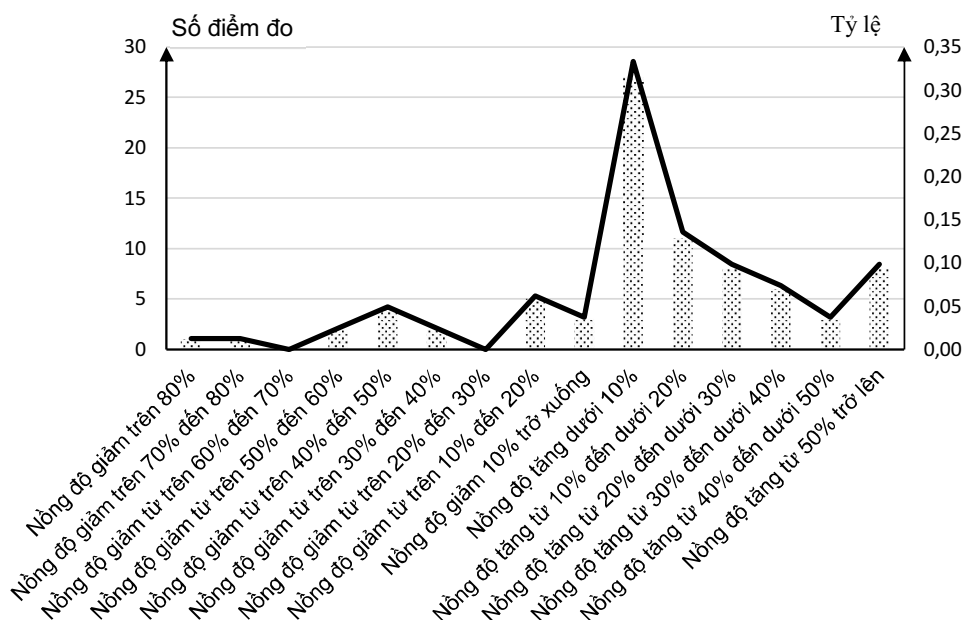
Tư thế ngồi hàn			Tư thế đứng hàn		
K1	Cắt tôn, các chi tiết MMA 1G		K7	Hàn phân đoạn phẳng - hàn vách ngang MMA 2G	
K2	Hàn thanh dầm MMA		K8	Hàn phân đoạn phẳng - hàn vách ngang MMA 3G	
K3	Hàn khung MMA 1G		K9	Hàn phân đoạn phẳng - hàn boong MMA 2G	
K5	Hàn tấm phẳng MMA 1G		K11	Hàn phân đoạn phẳng - hàn mạn MMA 2G	
K6	Hàn tấm phẳng MIG 1G		K12	Hàn phân đoạn phẳng - hàn mạn MMA 3G	
K10	Hàn phân đoạn phẳng - hàn boong TIG 1G		K16	Hàn tổng đoạn mũi (lắp úp) MMA 3G	
K14	Hàn phân đoạn khối - hàn sắp TIG hoặc MIG 1G		K19	Hàn thân trên triển - hàn tôn bao với tôn mặt trong MMA 4G	
K15	Hàn tổng đoạn mũi (lắp úp) SMAW 1G		K21	Hàn thân trên triển - hàn boong phụ, đáy đôi MMA 4G	
K17	Hàn tổng đoạn lái (lắp úp) SMAW 1G		K23	Hàn thân trên triển - hàn nối cơ dọc của hai tổng đoạn với nhau MMA 4G	

Bảng 8. So sánh nồng độ ô nhiễm trong khói hàn theo tư thế tại NM1 (mg/m³)

As			Cd			Cr			Chi			Cu		
Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -	Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -	Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -	Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -	Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -
0,002	0,005	60	0,0006	0,0018	66,67	0,06	0,38	84,21	0,01	0,01	0	0,05	0,08	37,5
0,004	0,005	20	0,0015	0,0019	21,05	0,44	0,41	-7,32	0,01	0,01	0	0,06	0,06	0
0,003	0,006	50	0,0019	0,0019	0	0,45	0,65	30,77	0,01	0,01	0	0,07	0,07	0
0,004	0,008	50	0,0014	0,0014	0	0,47	0,46	-2,17	0,01	0,01	0	0,06	0,05	-20
0,004	0,009	55,56	0,0013	0,0013	0	0,48	0,52	7,692	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
0,006	0,006	0	0,0018	0,0009	-100	0,42	0,38	-10,5	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
0,007	0,008	12,5	0,0008	0,0012	33,33	0,27	0,47	42,55	0,01	0,01	0	0,06	0,07	14,29
0,006	0,008	25	0,0008	0,001	20	0,31	0,65	52,31	0,01	0,01	0	0,07	0,06	-16,7
0,008	0,008	0	0,0009	0,0015	40	0,46	0,5	8	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0

Bảng 9. So sánh nồng độ ô nhiễm trong khói hàn theo tư thế tại NM1 (mg/m³)

Zn			Mn			Ni			Fe		
Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -	Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -	Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -	Ngồi	Đứng	(%) Tăng + giảm -
0,26	4,36	94,04	0,018	0,015	-20	0,015	0,01	-50	1,49	2,3	35,22
3,24	4,41	26,53	0,019	0,014	-35,7	0,014	0,017	17,65	3,78	2,58	-46,5
3,81	4,26	10,56	0,013	0,013	0	0,015	0,016	6,25	2,23	2,78	19,78
4,01	4,31	6,961	0,011	0,013	15,38	0,017	0,011	-54,5	3,83	4,08	6,127
3,93	4,16	5,529	0,014	0,01	-40	0,012	0,016	25	2,25	3,08	26,95
3,92	4,86	19,34	0,019	0,019	0	0,017	0,011	-54,5	3,08	1,75	-76
3,25	4,27	23,89	0,02	0,014	-42,9	0,016	0,016	0	2,43	2,83	14,13
4,26	4,57	6,783	0,017	0,016	-6,25	0,016	0,019	15,79	1,84	3,25	43,38
3,71	4,41	15,87	0,017	0,012	-41,7	0,019	0,017	-11,8	1,68	2,53	33,6



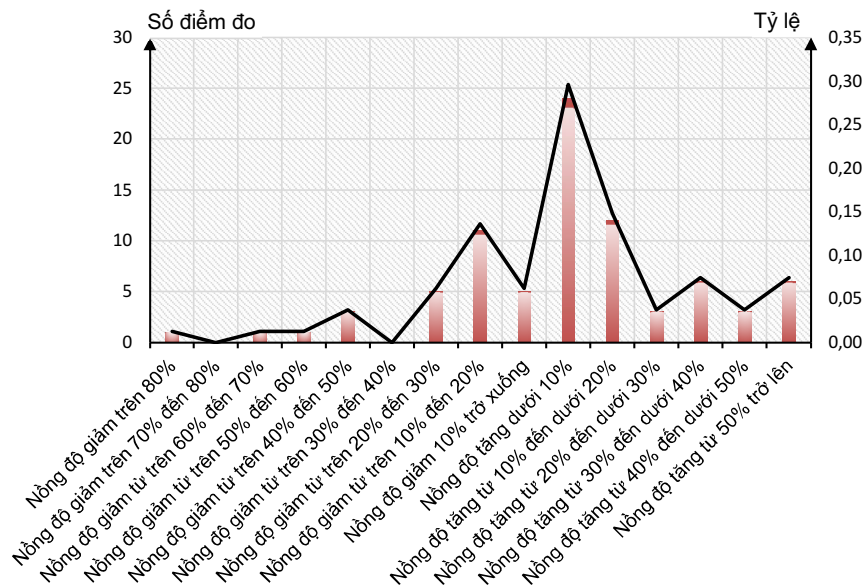
Hình 4. So sánh ở nồng kim loại trong khói hàn khi các tư thế hàn khác nhau ở NM1

Bảng 10. So sánh nồng độ ô nhiễm trong khói hàn theo tư thế tại nhà máy NM4 (mg/m³)

As			Cd			Cr			Chi			Cu		
Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -	Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -	Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -	Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -	Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -
0,002	0,004	50	0,0006	0,0006	0	0,14	0,31	54,84	0,01	0,01	0	0,05	0,05	0
0,004	0,004	0	0,0006	0,0009	33,33	0,39	0,32	-21,9	0,01	0,01	0	0,06	0,05	-20
0,004	0,004	0	0,0006	0,0009	33,33	0,38	0,26	-46,2	0,01	0,01	0	0,06	0,06	0
0,004	0,006	33,33	0,0006	0,001	40	0,39	0,39	0	0,01	0,01	0	0,07	0,06	-16,7
0,004	0,005	20	0,0006	0,001	40	0,38	0,47	19,15	0,01	0,01	0	0,05	0,06	16,67
0,006	0,006	0	0,0009	0,0007	-28,6	0,5	0,52	3,846	0,01	0,01	0	0,06	0,07	14,29
0,004	0,004	0	0,0007	0,0006	-16,7	0,52	0,51	-1,96	0,01	0,01	0	0,06	0,07	14,29
0,008	0,004	-100	0,0007	0,0008	12,5	0,32	0,47	31,91	0,01	0,01	0	0,06	0,07	14,29
0,006	0,004	-50	0,0006	0,001	40	0,54	0,47	-14,9	0,01	0,01	0	0,06	0,07	14,29

Bảng 11. So sánh nồng độ ô nhiễm trong khói hàn theo tư thế tại nhà máy NM4 (mg/m³)

Zn			Mn			Ni			Fe		
Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -	Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -	Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -	Trước	Sau	(%) Tăng + giảm -
0,43	1,91	77,49	0,014	0,015	6,667	0,025	0,016	-56,3	0,55	1,55	64,52
1,72	1,92	10,42	0,013	0,013	0	0,017	0,017	0	1,25	1,6	21,88
1,64	1,88	12,77	0,017	0,015	-13,3	0,011	0,017	35,29	1,24	1,38	10,14
2,32	2,26	-2,655	0,016	0,015	-6,67	0,014	0,014	0	1,53	1,28	-19,5
2,33	2,28	-2,193	0,019	0,019	0	0,016	0,018	11,11	1,5	1,49	-0,67
2,25	1,97	-14,21	0,016	0,013	-23,1	0,019	0,016	-18,8	1,34	1,75	23,43
2,41	1,98	-21,72	0,016	0,079	79,75	0,016	0,016	0	1,74	1,44	-20,8
2,39	2,1	-13,81	0,019	0,051	62,75	0,018	0,012	-50	1,78	1,1	-61,8
1,95	2,25	13,33	0,035	0,058	39,66	0,017	0,015	-13,3	1,5	1,36	-10,3



Hình 5. So sánh nồng độ kim loại trong khói hàn theo tư thế tại NM4

Qua khảo sát công việc hàn ở các cơ sở, tư thế hàn chủ yếu của thợ hàn là ngồi (hàn sắp) và đứng (với các vị trí còn lại). Nồng độ chất ô nhiễm trong khói hàn thu được và phân tích phụ thuộc vào tư thế hàn là do:

- Tư thế hàn ảnh hưởng đến quá trình thu mẫu do khoảng cách từ điểm lấy mẫu đến mối hàn khác nhau.
- Tư thế hàn ảnh hưởng đến chất lượng thu mẫu do hướng chuyển động dòng khí hàn và hướng hút khí vào máy thu mẫu. Ảnh hưởng của chiều cao, kích thước của chi tiết hàn và vị trí thợ hàn trong các tư thế ngồi, mức độ phơi nhiễm được khảo sát ở tư thế ngồi trong nghiên cứu này thấp hơn so với tư thế đứng.

Trong tư thế ngồi, vùng thở của thợ hàn không nằm ngay phía trên vật liệu được hàn, do đó mức độ phơi nhiễm khói hàn thấp hơn.

4. KẾT LUẬN

Kết quả so sánh nồng độ kim loại trong khói hàn với các điều kiện hàn khác nhau.

- Kết quả so sánh nồng độ kim loại trong khói hàn với các phương pháp hàn khác nhau: Sử dụng phương pháp hàn hồ quang dưới lớp khí bảo vệ (GMAW) giảm nhẹ so với nồng độ chất ô nhiễm trong khói hàn sử dụng kỹ thuật hàn hồ quang tay dưới lớp thuốc bảo vệ (SMAW). Nghiên cứu sâu hơn về hàn SMAW có thể hướng đến việc phát triển các điện cực có khói hàn chứa ít chất độc hại hơn.

Một trong các phương pháp đó là thực hiện hợp kim hóa bổ sung cho điện cực. Phương án này tốt hơn so với việc thêm bột kim loại vào lớp phủ điện cực, vì hợp kim hóa tạo ra ít khói hơn từ điện cực được hàn.

- Kết quả so sánh nồng độ kim loại trong khói hàn với các vật liệu hàn khác nhau: thép thường và thép không gỉ. Với kim loại hàn là thép INOX, hàm lượng Cr, Ni và Mn trong khói hàn cao hơn nhiều so với hàn thép thường. Điều đó chủ yếu phụ thuộc vào bản chất của kim loại hàn. Ảnh hưởng sức khỏe do tiếp xúc với Cr, Ni và Mn có thể rất nghiêm trọng. Vì thế nên có giải pháp bảo vệ thợ hàn tốt hơn khi hàn vật liệu thép không gỉ.

- Kết quả so sánh nồng độ kim loại trong khói hàn với các tư thế khác nhau: Nồng độ các chất ô nhiễm trong khói hàn thu được nói chung ở tư thế hàn đứng lớn hơn tư thế hàn ngồi. Trong tư thế đứng, việc thiết lập hợp lý vị trí của chi tiết hàn, vùng thở và điều kiện thông gió giúp giảm phơi nhiễm khói hàn một cách hiệu quả. Mức độ phơi nhiễm ở tư thế ngồi chỉ giảm nhẹ khi sử dụng thông gió. Nguyên nhân sử dụng thông gió không làm giảm mức độ phơi nhiễm ở tư thế ngồi vì thông gió không được đặt đủ gần vùng thở của thợ hàn. Vì thế, cần có các giải pháp khác thay thế như bố trí hợp lý công việc và sử dụng trang thiết bị bảo vệ cá nhân phù hợp.

Thành phần và lượng khói hàn phụ thuộc vào một số biến số công nghệ: loại điện cực với vỏ bảo vệ, kim loại nền, tư thế hàn, điện áp hồ quang và dòng điện hàn. Nồng độ khói trong vùng hàn có thể vượt quá giới hạn cho phép là $5\text{mg}/\text{m}^3$ (Quyết định 3733/2002/QĐ-BYT của Bộ Y tế). Vì thế, cần phải có biện pháp kiểm soát. Mặc dù các biện pháp an toàn thường được thiết lập tốt trong các quy trình hàn, nhưng môi trường làm việc vẫn cần được cải thiện liên tục để giảm thiểu nguy cơ tiềm ẩn cho thợ hàn. Giải pháp thông gió (tổng thể và cục bộ) là rất quan trọng, đặc biệt khi thợ hàn làm việc trong không gian kín hay không gian hạn chế là điều kiện làm việc thường thấy trong công nghiệp đóng tàu biển. Nghiên cứu này đã thiết kế, chế tạo và áp dụng một giải

pháp thông gió cục bộ và áp dụng cho một nhà máy khảo sát. Kết quả áp dụng đã giảm thiểu đáng kể nồng độ khói hàn trong môi trường lao động của thợ hàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tổng công ty Công nghiệp tàu thủy (2024), “Cơ hội phát triển cho ngành đóng tàu Việt Nam”.
- [2]. ThS. Phan Sỹ Hòa (2018). “Phát triển nguồn nhân lực ngành đóng tàu (1993-2017) chủ trương và một số hiệu quả”, Tạp chí Lịch sử Đảng tháng 4 năm 2018.
- [3]. Sajedifar J, Kokabi AH and Dehghan SF (2018), “Evaluation of operational parameters role on the emission of fumes”. *Industrial Health*, Vol. 56, No.3, pp. 198–206.
- [4]. Cezar-Vaz MR, Bonow CA and Vaz JC (2015), “Risk communication concerning welding fumes for the primary preventive care of welding apprentices in Southern Brazil”. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 12, No.1, pp. 986–1002.
- [5]. Zhang J, Cavallari JM and Fang SC (2017), “Application of linear mixed-effects model with lasso to identify metal components associated with cardiac autonomic responses among welders: A repeated measures study”, *Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 74, No. 11, pp. 810–815.
- [6]. N. Mansouri, F. Atbi, N. Moharamnezhad, D. A. Rahbaran, and M. Alahiari (2008), “Gravimetric and analytical evaluation of welding fume in an automobile part manufacturing factory”, *J.Res. Health Sci*, Vol 8, pp. 1-8.
- [7]. H. S. Ashby (2022), “Welding fumes in the workplace: Preventing potential health problems through proactive controls”, *Professional Safety*, Vol. 2, pp. 55-60.
- [8]. Mehrifar Y, Mohebian Z and Bidel H (2020), “Exploring the risk of welders’ exposure to the gases and metal fumes in a shipbuilding industry: A case study”, *Journal of Health Safety at Work*, Vol. 10, No. 2, pp.129-137.