

PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP DO TÁC ĐỘNG CỦA CÁC YẾU TỐ VẬT LÝ

TS. Đỗ Trần Hải, TS. Nguyễn Thắng Lợi, TSKH. Phạm Quốc Quân,

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

Bài viết trình bày kết quả đánh giá phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động và rủi ro sức khỏe nghề nghiệp tương ứng dưới tác động của các yếu tố vật lý theo thang đánh giá 7 mức.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Như đã biết, chất lượng vệ sinh môi trường lao động (MTLD) và rủi ro sức khỏe nghề nghiệp tại vị trí làm việc phụ thuộc vào nhiều nhóm yếu tố như: hóa học, vật lý học, sinh học, ergonomics, các yếu tố tâm sinh lý và có thể được đánh giá, phân loại theo thang bán định lượng 7 mức [1]. Ở bài trước [2], chúng tôi đã trình bày phương pháp đánh giá phân loại đối với các thông số vi khí hậu. Trong bài này, chúng tôi công bố kết quả nghiên cứu đánh giá, phân loại đối với một số yếu tố vật lý phổ biến trong MTLD như tiếng ồn, rung động, ánh sáng, bức xạ tử ngoại và laser, bức xạ ion hóa, bức xạ tia X, điện từ trường tần số công nghiệp và tần số radio. Kết quả phân loại này thống nhất với các quy định của quy chuẩn Việt Nam (QCVN) có hiệu lực từ tháng 12 năm 2016 do Bộ Y Tế ban hành và được bổ sung từ các tiêu chuẩn và quy định khác trong trường hợp thiếu QCVN.

II. PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP THEO CÁC THÔNG SỐ TIẾNG ỒN

Tiếng ồn được hiểu là âm thanh có hại đối với người lao động. Theo dải tần tiếng ồn được phân thành ba loại: hạ âm; âm thanh nghe thấy và siêu âm. Thính giác con người tuy không nghe thấy hạ âm và siêu âm nhưng lại chịu tác động có hại và rất nguy hiểm của chúng.

- Hạ âm là các âm thanh ở dải tần bằng hoặc nhỏ hơn 16Hz.

- Siêu âm là các âm thanh ở dải tần số lớn hơn 20000Hz.

Về các chuẩn đánh giá, phân loại chúng ta nhận các chỉ thị sau [3],[5]:

1. Mức áp suất âm chung, đo bằng dBA;
2. Mức áp suất hạ âm tối đa cho phép, đo bằng dB Lin;

Kết quả nghiên cứu KHCN

3. Mức siêu âm tối đa cho phép, đo bằng mức vượt tiêu chuẩn, dB.

Với lưu ý rằng, QCVN 24: 2016/BYT không quy định cho hạ âm và siêu âm, nên chúng tôi

tạm thời sử dụng quy định của Cộng hòa Liên Bang Nga [5].

Kết quả xây dựng thang phân loại 7 mức theo từng loại tiếng ồn dẫn trong Bảng 1.

Bảng 1. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các loại công việc dưới tác động của tiếng ồn

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ						
	Rất tốt	Tốt	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1	2	3	4	5	6	7
Mức âm tương đương, dBA.							
Cho lao động trực tiếp tại phân xưởng, dây chuyền công nghệ	≤65	66÷85	86 ÷90	91÷95	96 ÷105	106 ÷115	> 115
Trong các camera, phòng thí nghiệm, các phòng thiết bị theo dõi, điều khiển từ xa	≤65	66÷80	81 ÷85	86 ÷95	96 ÷105	106 ÷115	> 115
Cho phòng điều khiển từ xa có điện thoại, phòng điều phối lắp máy, đánh máy chữ	≤60	61÷70	71 ÷80	81 ÷95	96 ÷105	106 ÷115	> 115
Cho phòng chức năng, kế hoạch, kế toán, hành chính	≤55	56 ÷65	66 ÷80	81 ÷95	96 ÷105	106 ÷115	> 115
Cho lao động trí óc, nghiên cứu, thiết kế, thí nghiệm lý thuyết, xử lý số liệu thực nghiệm	≤45	46 ÷55	56 ÷80	81 ÷95	96 ÷105	106 ÷115	> 115
Hạ âm, mức áp suất âm chung, dB Lin	≤ 95	96 ÷ 110	111 ÷115	116 ÷120	121 ÷125	126 ÷130	> 130
Siêu âm khí động, mức áp suất âm ở 1/3 các dải octa, dB.	Vượt tiêu chuẩn tối đa cho phép (TCCP), dB						
	0,7 TCCP	0,71 ÷1TCCP	1 ÷10	11 ÷20	21 ÷30	31÷40	> 40
Mức rủi ro	Hầu như không có rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLĐ

Kết quả nghiên cứu KHCN

Chú thích cho Bảng 1:

1. Mức áp suất âm tối đa cho phép, âm và mức âm tương đương ở vị trí làm việc được lập theo bảng dưới đây:

Tên đối tượng được quy định	Mức áp suất âm, dB, ở các dải octa với tần số trung tâm, Hz								Mức âm và mức âm tương đương, dBA
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Thực hiện mọi công việc lao động trực tiếp	99	92	86	83	80	78	76	74	85
Trong các camera, phòng thí nghiệm, các phòng thiết bị theo dõi, điều khiển từ xa	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Phòng điều khiển từ xa có điện thoại, phòng điều phối lắp máy, đánh máy chữ	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Phòng chức năng, kế hoạch, kế toán, hành chính	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Lao động trí óc, nghiên cứu, thiết kế, thí nghiệm lý thuyết, xử lý số liệu thực nghiệm	75	66	59	54	50	47	45	43	55

2. Mức hạ âm tối đa cho phép (TCCP) ở nơi làm việc được xác lập theo bảng dưới đây:

Tên chỉ tiêu	Mức áp suất âm, dB, ở các dải octa với tần số trung bình, Hz				Mức áp suất âm chung, dB Lin
	2	4	8	16	
Thực hiện mọi công việc ở nơi làm việc	110	105	100	95	110
Đối với hạ âm dao động theo thời gian và ngắt quãng thì mức áp suất âm được đo theo thang tuyến tính "Lin", không được vượt quá 120dB					

3. Mức siêu âm khí động tối đa cho phép ở vị trí làm việc xác lập theo bảng sau:

Tên chỉ tiêu	Mức áp suất âm, dB, ở 1/3 các dải octa với tần số trung tâm, kHz									
	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Siêu âm khí động, dB	80	90	100	105	110	110	110	110	110	110

III. PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP THEO CÁC THÔNG SỐ RUNG ĐỘNG

Rung động được phân biệt là: rung động chung và rung động cục bộ.

Rung động chung tác động lên người lao động theo ba chiều không gian. Các nghiên cứu đều chỉ ra rung lắc ngang quy chiếu lên trục không gian X và Y tác hại hơn theo chiều đứng Z.

Rung động chung chuyển vào người lao động ở tư thế ngồi hoặc đứng qua các bề mặt chịu lực như ghế hay sàn. Trong thực tiễn, rung chung chuyển vào người lao động qua ghế ngồi của người lái các phương tiện vận tải, vận chuyển, cần cẩu hoặc qua sàn thao tác trên thiết bị công nghệ.

Rung cục bộ chuyển vào người lao động qua tay, chân hoặc qua vai khi tiếp xúc với bề mặt rung động. Trong thực tiễn rung cục bộ chuyển vào người lao động chủ yếu qua các thiết bị cầm tay.

Về các chuẩn đánh giá, phân loại chúng ta nhận các chỉ thị sau [3], [5]:

1. Gia tốc rung, đo bằng dB hoặc m/s^2 ;
2. Vận tốc rung, đo bằng dB hoặc mm/s.

Do QCVN 27: 2016/BYT quy định gia tốc theo đơn vị m/s^2 và vận tốc rung theo cm/s, trong khi đó QCVN 27: 2010/BTNMT (và các tiêu chuẩn quốc tế) quy định theo đơn vị dB nên chúng tôi phân loại theo giá trị quy đổi thống nhất sang đơn vị dB.

Kết quả xây dựng thang phân loại 7 mức theo từng loại âm dẫn trong Bảng 2.

Bảng 2. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các loại công việc dưới tác động của các yếu tố rung động

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ						
	Rất tốt	Tốt	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1	2	3	4	5	6	7
Rung cục bộ, mức gia tốc rung hiệu chỉnh tương đương, dB	≤ 114	$115 \div 126$	$127 \div 129$	$130 \div 132$	$133 \div 135$	$136 \div 138$	> 138
Rung chung đứng, mức gia tốc rung hiệu chỉnh tương đương, dB	≤ 109	$110 \div 115$	$116 \div 120$	$121 \div 125$	$126 \div 130$	$131 \div 133$	> 133
Rung chung ngang, mức gia tốc rung hiệu chỉnh tương đương, dB	≤ 107	$108 \div 112$	$113 \div 120$	$121 \div 128$	$129 \div 135$	$136 \div 142$	> 142
Mức rủi ro	Hầu như không có rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLĐ

Kết quả nghiên cứu KHCVN

Chú thích cho Bảng 2:

1. Mức gia tốc rung tối đa cho phép đối với rung cục bộ tại nơi làm việc được xác lập theo bảng dưới đây:

Tên chỉ tiêu	Mức gia tốc rung tối đa cho phép theo trục X ₁ , Y ₁ , Z ₁ ở các dải octa tần số trung tâm, Hz								Giá trị hiệu chỉnh và hiệu chỉnh tương đương và các mức của chúng
	8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
Rung cục bộ, dB	123	123	129	135	141	147	153	159	126

2. Mức gia tốc rung tối đa cho phép đối với rung chung tại nơi làm việc được xác lập theo bảng dưới đây:

Tên chỉ tiêu	Mức gia tốc rung tối đa cho phép theo trục X_0, Y_0, Z_0 ở các dải octa tần số trung tâm, Hz							Giá trị hiệu chỉnh và hiệu chỉnh tương đương và các mức của chúng
	1	2	4	8	16	31,5	63	
Rung chung đứng, dB	123	123	129	135	141	147	153	115
Rung chung ngang, dB	112	113	118	124	130	136	142	112

Chuyển đổi gia tốc rung từ đơn vị m/s² sang đơn vị dB:

Với mức chuẩn 0 dB = 10⁻⁶ m/s², ta có công thức chuyển đổi sau:

$$A(\text{dB}) = 20 \cdot \lg[A(\text{m/s}^2)] + 120 \quad (1)$$

Trong đó:

A(dB) – gia tốc rung đo bằng dB;

A(m/s²) – gia tốc rung đo bằng m/s²;

120dB – mức 1m/s².

IV. PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP THEO MÔI TRƯỜNG ÁNH SÁNG

Các quy định về độ rọi chỗ làm việc được Bộ Y Tế quy định trong QCVN 22:2016/BYT. Đặc điểm quy định đối với môi trường ánh sáng là quy định mức độ rọi tối thiểu cần đảm bảo.

Về các chuẩn đánh giá, phân loại chúng ta nhận các chỉ thị sau [3], [5]: Độ rọi trên bề mặt thao tác của người lao động, đo bằng Lux; Kết quả xây dựng thang phân loại chất lượng vệ sinh dẫn trong Bảng 3.

Bảng 3. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các loại công việc dưới tác động của môi trường ánh sáng

Tên các chỉ số	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ					
	Rất tốt và tốt	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1 và 2	3	4	5	6	7
Chiếu sáng nhân tạo						
Độ rọi tối thiểu trên bề mặt thao tác E, Lux	1,5E _{QC} ±E _{QC}	<E _{QC} ±0,5E _{QC}	<0,5E _{QC}	-	-	-
Mức rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLĐ

Độ rọi tối thiểu trên bề mặt thao tác EQC được quy định trong QCVN 22:2016/BYT.

V. PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP THEO BỨC XẠ ÁNH SÁNG

Hiện nay đối với bức xạ ánh sáng, thế giới quy định tiêu chuẩn tiếp xúc của người lao động với tia laser và với các tia tử ngoại A, B, và C. Các quy định về tia tử ngoại tại chỗ làm việc được Bộ Y Tế quy định trong QCVN 22:2016/BYT.

Do Bộ Y Tế chưa có quy định đối với tia laser, mà thực tiễn sản xuất công nghiệp hiện nay có nhiều máy móc, thiết bị sử dụng nguồn phát tia laser nên chúng tôi đề xuất sử dụng tạm thời các quy định của Cộng hòa Liên Bang Nga để kiểm

soát vệ sinh lao động đối với tia laser.

Về các chuẩn đánh giá, phân loại chúng ta nhận các chỉ thị sau [3], [5]:

1. Bức xạ hiệu dụng chiếu tới bề mặt không được bảo vệ của người lao động, đo bằng $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

2. Mức tia laser tối đa cho phép chiếu một lần (thời gian chiếu tối đa là 8h), MCP_1 và mức chiếu thường xuyên, lặp lại trong suốt thời gian lao động, MCP_2 .

Kết quả xây dựng thang phân loại 7 mức chất lượng vệ sinh dẫn trong Bảng 4.

Bảng 4. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các loại công việc dưới tác động của tia laser và tia tử ngoại

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ					
	Cho phép	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1 & 2	3	4	5	6	7
Sóng tử ngoại A (400nm÷315nm); B (315nm÷280nm); C (280nm÷180nm)	$\leq \text{TCCP}$	$> \text{TCCP}^1$	-	-	-	-
Bức xạ Laser, tác động một lần, kéo dài tối đa 8h	$\leq \text{MCP}_1$	$> \text{MCP}_1$	-	-	-	-
Bức xạ Laser, tác động lặp đi lặp lại, tính trung bình nhiều năm (cho toàn bộ thời gian lao động)	$\leq \text{MCP}_2$	$> \text{MCP}_2$	$\leq 10 \cdot \text{MCP}_2$	$\leq 10^2 \cdot \text{MCP}_2$	$\leq 10^3 \cdot \text{MCP}_2$	$> 10^3 \cdot \text{MCP}_2$
Mức rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLĐ

Ghi chú:

1. TCCP^1 – Mức bức xạ tử ngoại tối đa cho phép, về nguyên tắc, không được phép vượt. Trong trường hợp đặc biệt, nếu bức xạ tử ngoại lớn hơn TCCP và người lao động đủ được trang bị phương tiện bảo vệ cá nhân chuyên dụng vẫn coi là chịu độc hại nhẹ. Các mức cho phép này quy định trong QCVN 23:2016/BYT;

2. MCP_1 và MCP_2 – tương ứng là mức chiếu tia laser tối đa cho phép đối với trường hợp tác động một lần, tối đa không quá 8h (không cho phép vượt MCP_1 . Trường hợp đặc biệt, cho phép vượt, người lao động được trang bị PTBVVN chuyên dụng). Đối với trường hợp tác động lặp lại nhiều lần trong suốt quá trình lao động nhiều năm.

Các mức cho phép này, MCP_1 , được quy định riêng tùy thuộc vào phân loại tia laser theo độ dài (nanomet) bước sóng: Loại I: $180 < \lambda \leq 380$ nm; loại II: $380 < \lambda \leq 1400$ nm; loại III: $1400 < \lambda \leq 105$ nm như dưới đây:

Khoảng bước sóng laser, λ , nm	Thời gian tiếp xúc cho phép, giây, s	Mức chiếu trung bình 8 giờ, tác động một lần, MCP_1 , H, J/m^2
Tia laser loại I: $180 < \lambda \leq 380$ nm		
$180 < \lambda \leq 302,5$ nm	30000	25
$302,5 < \lambda \leq 315$ nm	30000	$0,8 \times 10^{0,2(\lambda-295)}$
305	30000	80
307,5	30000	250
310	30000	800
312,5	30000	2500
315	30000	8000
$315 < \lambda \leq 380$ nm	30000	8000

Khoảng bước sóng laser, λ , nm	Thời gian tiếp xúc cho phép, giây, s	Công suất chiếu trung bình, tác động một lần, MCP_1 , P, W
Tia laser loại II: $380 < \lambda \leq 1400$ nm		
$380 < \lambda \leq 500$ nm	$1,0 < t \leq 5,0 \times 10^2$	$P = (6,9 \times 10^{-5})/\sqrt[3]{t}$
	$5,0 \times 10^2 < t \leq 10^4$	$P = (3,7 \times 10^{-3})/t$
	$t > 10^4$	$P = 3,7 \times 10^{-7}$
$500 < \lambda \leq 600$ nm	$1,0 < t \leq 2,2 \times 10^3$	$P = (5,9 \times 10^{-5})/\sqrt[3]{t}$
	$2,2 \times 10^3 < t \leq 10^4$	$P = 10^{-2}/t$
	$t > 10^4$	$P = 10^{-6}$
$600 < \lambda \leq 700$ nm	$1,0 < t \leq 2,2 \times 10^3$	$P = (1,2 \times 10^{-4})/\sqrt[3]{t}$
	$2,2 \times 10^3 < t \leq 10^4$	$P = (2,0 \times 10^{-2})/t$
	$t > 10^4$	$P = 2,0 \times 10^{-6}$
$700 < \lambda \leq 750$ nm	$1,0 < t \leq 10^4$	$P = (1,2 \times 10^{-4})/\sqrt[3]{t}$
	$t > 10^4$	$P = 5,5 \times 10^{-6}$
$750 < \lambda \leq 1000$ nm	$1,0 < t \leq 10^4$	$P = (3,0 \times 10^{-4})/\sqrt[3]{t}$
	$t > 10^4$	$P = 1,4 \times 10^{-5}$
$1000 < \lambda \leq 1400$ nm	$1,0 < t \leq 10^4$	$P = (7,4 \times 10^{-4})/\sqrt[3]{t}$
	$t > 10^4$	$P = 3,5 \times 10^{-5}$

Kết quả nghiên cứu KHCN

Khoảng bước sóng laser, λ , nm	Thời gian tiếp xúc cho phép, giây, s	Mức chiếu trung bình, tác động một lần, MCP_1 , H, J/m^2 ; và E, W/m^2
Tia laser loại III: $1400 < \lambda \leq 10^5$ nm		
$1400 < \lambda \leq 1800$ nm	$10^{-10} < t \leq 1$	$H = 2,0 \times 10^4 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$1 < t \leq 10^2$	$E = 2,0 \times 10^4 \cdot \sqrt[5]{t^4}$
	$t > 10^2$	$E = 5,0 \times 10^2$
$1800 < \lambda \leq 2500$ nm	$10^{-10} < t \leq 3$	$H = 7,0 \times 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$3 < t \leq 10^2$	$E = (5,0 \times 10^3) / \sqrt{t}$
	$t > 10^2$	$E = 5,0 \times 10^2$
$2500 < \lambda \leq 10^5$ nm	$10^{-10} < t \leq 10^{-1}$	$H = 2,5 \times 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$10^{-1} < t \leq 1$	$H = 5,0 \times 10^3 \cdot \sqrt{t}$
	$1 < t \leq 10^2$	$E = 5,0 \times 10^3 \cdot \sqrt{t}$
	$t > 10^2$	$E = 5,0 \times 10^2$
$W = H \times 10^{-6}$; $P = E \times 10^{-6}$		
Mức chiếu trung bình suốt thời gian làm việc: MCP_2		Nhận bằng một phần mười mức cho phép tác động một lần, tức $MCP_2 = MCP_1/10$

VI. PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP THEO ĐIỆN TỪ TRƯỜNG TẦN SỐ CÔNG NGHIỆP VÀ TẦN SỐ CAO (RADIO)

Hiện nay yêu cầu vệ sinh đối với điện từ trường tần số công nghiệp và tần số cao (tần số radio) được Bộ Y Tế quy định trong QCVN 25 và 21: 2016/BYT.

Về các chuẩn đánh giá, phân loại chúng ta nhận các chỉ thị sau [3]:

1. Cường độ điện trường E, đo bằng kilovol trên mét, kV/m;
2. Cường độ từ trường, H, đo bằng ampe trên mét, A/m;

3. Mật độ dòng năng lượng, W/cm^2 đối với điện từ trường tần số cao (radio).

Đối với trường tĩnh điện, tùy thuộc thời gian cho phép tiếp xúc mà thế áp của trường được tính theo công thức sau:

$$E_{CP} = \frac{60}{\sqrt{t}} \quad (2)$$

Trong đó: E_{CP} – điện thế cho phép, kV/m; t – thời gian tiếp xúc, h.

Ứng với các mức chất lượng: 3; 4; 5; 6; 7 ta cho phép thời gian tiếp xúc là: 2h; 1h; 30ph; 10ph; <10ph.

Kết quả xây dựng thang phân loại 7 mức chất lượng vệ sinh dẫn trong Bảng 5, Bảng 6 và Bảng 7.

Bảng 5. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các loại công việc dưới tác động của điện từ trường tần số công nghiệp

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ					
	Cho phép	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1 & 2	3	4	5	6	7
Trường tĩnh điện, kV/m	0 ÷ 21	21,1 ÷ 30	30,1 ÷ 60	60,1 ÷ 85	85,1 ÷ 147	>147
Từ trường vĩnh cửu:						
Cường độ từ trường chung, kA/m	0 ÷ 8	8,1 ÷ 12	12,1 ÷ 16	16,1 ÷ 20	20,1 ÷ 24	>24
Cường độ từ trường cục bộ, kA/m	0 ÷ 12	12,1 ÷ 18	18,1 ÷ 24	24,1 ÷ 32	32,1 ÷ 40	>40
Điện trường tần số công nghiệp (50 Hz) E, kV/m	0 ÷ 5	5,1 ÷ 10	10,1 ÷ 15	15,1 ÷ 20	20,1 ÷ 25	>25
Từ trường tần số công nghiệp (50 Hz) H, A/m	0 ÷ 400	401 ÷ 2000	2001 ÷ 4000	4001 ÷ 5000	5001 ÷ 6000	>6000

Bảng 6. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các loại công việc dưới tác động của điện từ trường tần số cao (radio)

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ theo số lần vượt MCP					
	Cho phép	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1 & 2	3	4	5	6	7
Điện từ trường tần số radio						
Tần số: 3,0÷65kHz,	E ≤ 614V/m	1 ÷ 5	5,1 ÷ 10	>10	-	-
	H ≤ 24,6A/m					
Tần số: 65,0 kHz÷1,0MHz	E ≤ 614V/m	1 ÷ 5	6 ÷ 10	>10	-	-
	H ≤ 1,6fA/m					
Tần số: 1,0÷10,0MHz	E ≤ 614fV/m	1 ÷ 3	4 ÷ 5	6 ÷ 10	>10	-
	H ≤ 1,6fA/m					
Tần số: 10,0÷400,0MHz	E ≤ 61V/m	1 ÷ 3	4 ÷ 5	6 ÷ 10	11 ÷ 100	> 100
	H ≤ 0,16A/m					
Tần số: 400,0MHz ÷ 300,0GHz	E ≤ 61V/m	1 ÷ 3	4 ÷ 5	6 ÷ 10	11 ÷ 100	> 100
	H ≤ 0,16A/m					
Mức rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLĐ

E – Mức cho phép cường độ điện trường và H – Mức cho phép cường độ từ trường xác định theo QCVN 21: 2016/BYT; f=tần số tính bằng MHz.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 7. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các loại công việc dưới tác động của điện từ trường tần số cao (radio) theo mật độ dòng năng lượng*

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ theo giá trị mật độ dòng năng lượng, W/cm ²					
	Cho phép	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1 & 2	3	4	5	6	7
Điện từ trường tần số radio						
Mật độ dòng năng lượng, W/cm ²	0 ÷ 10	11 ÷ 60	61 ÷ 80	81 ÷ 100	101 ÷ 1000	> 1000
Mức rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLĐ

* Đối với mức chất lượng vệ sinh 3; 4; 5 – tổng thời gian tiếp xúc cho phép không quá 2h.
Đối với mức 6 – tổng thời gian tiếp xúc cho phép không quá 20ph.

VII. PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP THEO CÁC BỨC XẠ ION HÓA VÀ TIA X

Hiện nay yêu cầu vệ sinh đối với bức xạ ion hóa và tia X được Bộ Y Tế quy định trong QCVN 29; 30: 2016/BYT.

Về các chuẩn đánh giá, phân loại chúng ta nhận các chỉ thị sau [3]:

1. Liều hiệu dụng toàn thân trung bình trong

5 năm, đo bằng miliJun trên kilogram (miliSive trên năm) mSv/năm;

2. Liều tương đương đối với thủy tinh thể mắt, đo bằng miliJun trên kilogram (miliSive trên năm) mSv/năm;

3. Liều tương đương đối với chân, tay, da đo bằng miliJun trên kilogram (miliSive trên năm) mSv/năm.

Kết quả xây dựng thang phân loại 7 mức chất lượng vệ sinh dẫn trong Bảng 8, Bảng 9.

Bảng 8. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các đối tượng dưới tác động của các bức xạ ion hóa và tia X, tính trung bình trong 5 năm

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ						
	Rất tốt	Tốt	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1	2	3	4	5	6	7
Đối với nhân viên bức xạ:							
Liều hiệu dụng toàn thân, trung bình trong 5 năm (mSv/năm)	0 ÷ 10	11 ÷ 20	21 ÷ 30	31 ÷ 50	51 ÷ 70	71 ÷ 90	> 90

Kết quả nghiên cứu KHCN

Liều tương đương đối với thủy tinh thể mắt, trung bình trong 5 năm (mSv/năm)	0 ÷ 10	11 ÷ 20	21 ÷ 30	31 ÷ 50	51 ÷ 70	71 ÷ 90	>90
Liều tương đương đối với chân tay, da, trung bình 5 năm (mSv/năm)	0 ÷ 250	251 ÷ 500	501 ÷ 600	601 ÷ 700	701 ÷ 800	801 ÷ 900	> 900
Đối với sinh viên học việc, học nghề từ 16-18 tuổi:							
Liều hiệu dụng toàn thân, trung bình trong 5 năm (mSv/năm)	0 ÷ 3	3,1 ÷ 6	6,1 ÷ 10	10,1 ÷ 20	20,1 ÷ 50	50,1 ÷ ≤70	>70
Liều tương đương đối với thủy tinh thể mắt, trung bình trong 5 năm (mSv/năm)	0 ÷ 10	11 ÷ 20	21 ÷ 30	31 ÷ 50	51 ÷ 70	71 ÷ 90	> 90
Liều tương đương đối với chân tay, da, trung bình 5 năm (mSv/năm)	0 ÷ 75	76 ÷ 150	151 ÷ 300	301 ÷ 450	451 ÷ 600	601 ÷ 800	>800
Mức rủi ro	Hầu như không có rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLĐ

Ghi chú:

-Liều hiệu dụng toàn thân đối với nhân viên bức xạ 20mSv trong một năm được lấy trung bình trong 5 năm làm việc liên tục. Trong một năm riêng lẻ có thể lên tới 50mSv, nhưng phải đảm bảo liều trung bình trong 5 năm đó không quá 20mSv/năm.

-Liều tương đương đối với thể thủy tinh của mắt nhân viên bức xạ là 20mSv trong một năm được lấy trung bình trong 5 năm làm việc liên tục. Trong một năm riêng lẻ có thể lên tới 50mSv, nhưng phải đảm bảo liều trung bình trong 5 năm đó không quá 20mSv/năm.

-Giới hạn liều tương đương đối với chân, tay, da là giá trị được lấy trung bình trên 1cm² của vùng da bị chiếu xạ nhiều nhất.

Bảng 9. Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động cho các đối tượng dưới tác động của các bức xạ ion hóa và tia X, tác động một lần

Tên chỉ tiêu, đơn vị đo	Phân loại chất lượng vệ sinh MTLĐ						
	Rất tốt	Tốt	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
	1	2	3	4	5	6	7
Đối với nhân viên bức xạ:							
Liều hiệu dụng toàn thân, trung bình trong 5 năm (μSv/năm)	0 ÷ 5	5,1 ÷ 10	10,1 ÷ 15	15,1 ÷ 25	25,1 ÷ 35	35,1 ÷ 45	>45

Kết quả nghiên cứu KHCN

Liều tương đương đối với thủy tinh thể mắt, trung bình trong 5 năm ($\mu\text{Sv}/\text{năm}$)	0 ÷ 5	5,1 ÷ 10	10,1 ÷ 15	15,1 ÷ 25	25,1 ÷ 35	35,1 ÷ 45	>45
Liều tương đương đối với chân tay, da, trung bình 5 năm ($\mu\text{Sv}/\text{năm}$)	0 ÷ 125	126 ÷ 250	251 ÷ 300	301 ÷ 350	351 ÷ 400	401 ÷ 450	>450
Đối với sinh viên học việc, học nghề từ 16-18 tuổi:							
Liều hiệu dụng toàn thân, trung bình trong 5 năm ($\mu\text{Sv}/\text{năm}$)	0 ÷ 2	2,1 ÷ 3	3,1 ÷ 5	5,1 ÷ 10	11 ÷ 25	26 ÷ 35	>35
Liều tương đương đối với thủy tinh thể mắt, trung bình trong 5 năm ($\mu\text{Sv}/\text{năm}$)	0 ÷ 5	5,1 ÷ 10	11 ÷ 15	16 ÷ 25	26 ÷ 35	36 ÷ 45	>45
Liều tương đương đối với chân tay, da, trung bình 5 năm ($\mu\text{Sv}/\text{năm}$)	0 ÷ 40	41 ÷ 75	76 ÷ 150	151 ÷ 225	226 ÷ 300	301 ÷ 400	>400
Mức rủi ro	Hầu như không có rủi ro	Rủi ro rất thấp, có thể bỏ qua	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	Rủi ro cao	Rủi ro rất cao	Rủi ro cực cao đối với NLD

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đỗ Trần Hải, Phạm Quốc Quân, “Phương pháp phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động và cấp độ rủi ro sức khỏe nghề nghiệp do các yếu tố môi trường lao động gây ra”. Tạp chí Bảo hộ lao động N1 và N2, 2017;

[2]. Đỗ Trần Hải, Nguyễn Thắng Lợi, Phạm Quốc Quân, “Đánh giá phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động và mức rủi ro sức khỏe nghề nghiệp do tác động của các thông số vi khí hậu”, TC BHLĐ N4/2017.

[3]. QCVN 21;22;23;24;25;27: 2016/BYT, ngày 30/6/2016 “Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về tiếng ồn, rung động, ánh sáng và tia tử ngoại, điện từ trường tần số công nghiệp, tần số cao (radio), bức xạ ion hóa và tia X— giá trị cho phép tại nơi làm việc”.

[4]. Министерство Труда и Социальной защиты Российской Федерации, Приказ от 24 января 2014 г. №33н “Об утверждении

методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению”. Москва 2014г.

[5]. “Методика проведения специальной оценки условий труда”, приложение №1 к приказу №33н, Минтруда России от 24 января 2014г.

[6]. “Профессиональный риск для здоровья работников” (Руководство) / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова . - М.: Тровант, 2003г., 48 стр.

[7]. “Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки”, Р 2.2.1766-03, Минздрав России, Москва 2004г., 21 стр.

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH RỦI RO AN TOÀN VÀ SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP Ở CƠ SỞ SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP

TS. Đỗ Trần Hải, TSKH. Phạm Quốc Quân,
Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

I. NHẬP ĐỀ

Vài năm gần đây, Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động đã tiến hành nghiên cứu quản lý rủi ro an toàn vệ sinh lao động (RR ATVSLĐ) ở một số ngành sản xuất công nghiệp. Tuy nhiên, một khi khái niệm RR ATVSLĐ còn chưa được định nghĩa một cách mạch lạc, thì nhất định sẽ có lúng túng và thiếu nhất quán trong xác định, đánh giá và phân loại chúng, từ đó sẽ không có được kế hoạch quản lý, giám sát, can thiệp giảm thiểu và can thiệp ngăn chặn một cách hữu hiệu.

Hiện nay trên thế giới, hoạt động quản lý, đảm bảo ATVSLĐ tại cơ sở sản xuất công nghiệp chủ yếu chuyển sang quản lý rủi ro An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp (gọi tắt là rủi ro nghề nghiệp - RRNN). Vậy thì xác định được đúng đối tượng quản lý – Rủi ro nghề nghiệp – có vai trò quan trọng không chỉ về mặt phương pháp, mà còn cả về mặt thực tiễn.

Cần biết rằng, về bản chất và mức độ, RRNN tại một vị trí làm việc hay tại một cơ sở sản xuất không phụ thuộc vào mục đích phân tích, ví dụ tính toán xây dựng các mức bảo hiểm; tính toán xây dựng các giải pháp cảnh báo, can thiệp rủi ro; v.v... cũng không phụ thuộc vào công cụ tính toán, xác định, đánh giá, phân loại.

Về phần mình, RRNN có thể được xác định: Trực tiếp theo số liệu thống kê thực tế; lại có thể được đánh giá gián tiếp theo các mô hình đánh giá, dự báo được xây dựng sẵn.

Sau khi xác định được rủi ro nghề nghiệp, tùy

vào mục đích phân tích mà chúng ta áp dụng các thang phân loại phù hợp để xây dựng chiến lược quản lý chúng.

Trong bài viết này, chúng tôi trình bày mấy nội dung sau:

1- Đôi nét tổng quan về khái niệm, định nghĩa và ma trận xác định RRNN;

2- Phương pháp trực tiếp xác định RRNN tại vị trí làm việc và của cơ sở sản xuất công nghiệp;

3- Phương pháp gián tiếp xác định RRNN tại vị trí làm việc và của cơ sở sản xuất công nghiệp;

II. ĐÔI NÉT TỔNG QUAN VỀ KHÁI NIỆM, ĐỊNH NGHĨA VÀ MA TRẬN XÁC ĐỊNH RRNN

2.1. Rủi ro nghề nghiệp: Định nghĩa, hình thức biểu diễn

RRNN là khái niệm tưởng như dễ hiểu nhưng thực ra khá phức tạp và được hiểu một cách không nhất quán. Sự phức tạp nằm ở tính đa dạng của các hiện tượng liên quan khi nghiên cứu lĩnh vực này, trong đó có các hiện tượng thuộc lĩnh vực nghiên cứu cơ bản: vật lý, hóa học, sinh học; lại có các hiện tượng thuộc lĩnh vực nghiên cứu ứng dụng, chẳng hạn: y học, công nghệ, kinh tế, xã hội học.

Khái niệm RRNN đã được hình thành gần nửa thế kỷ trước trong các Công ước của Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO) và các Khuyến

ngệ của Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (ISO). Tuy nhiên, cho đến nay, các thuật ngữ, định nghĩa vẫn còn được bổ sung, phát triển. Ở các tài liệu khác nhau, người ta đưa ra các khái niệm khác nhau về rủi ro nói chung, rủi ro nghề nghiệp nói riêng.

Ví dụ: Ở Liên Bang Nga, Luật Liên Bang số 125 – Φ3 (1998) [10], RRNN được xác định là xác suất thiệt hại (mất mát) đối với sức khỏe hoặc tử vong của người lao động (NLĐ) liên quan đến việc thực hiện nhiệm vụ theo hợp đồng lao động. Sau đó, trong Luật Liên Bang số 184-Φ3 (2002) [11] lại có định nghĩa mới như sau: RRNN là xác suất gây hại cho cuộc sống hoặc sức khỏe của NLĐ có tính đến mức độ nghiêm trọng của tác hại này.

Trong tiêu chuẩn R ISO/IEC 51-2002 [2] lại đưa ra định nghĩa mới với khái niệm thiệt hại, như sau: RRNN là sự kết hợp giữa xác suất thiệt hại và mức độ nghiêm trọng của thiệt hại đó.

Trong tiêu chuẩn 12.0.230 - 2007 CCET [3] cũng đưa ra định nghĩa tương tự: RRNN là sự kết hợp giữa xác suất của sự kiện nguy hiểm xảy ra trong quá trình làm việc với mức độ nghiêm trọng của chấn thương hoặc thiệt hại khác đối với sức khỏe NLĐ do sự kiện nguy hiểm đó gây ra. Nói cách khác, ngoài khả năng (xác suất) gây hại, khái niệm rủi ro đã được căn cứ vào những thiệt hại liên quan. Trong tài liệu tiêu chuẩn P 12.0.010-2009 [4], RRNN được định nghĩa như sau: RRNN là kỳ vọng toán học về thiệt hại đối với sức khỏe và tính mạng của NLĐ.

Trong OHSAS 18000 và trong ISO 45001 thuật ngữ RRNN được diễn đạt cụ thể là: Rủi ro An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp.

Như vậy ta thấy nội hàm của thuật ngữ RRNN chính là rủi ro tai nạn lao động và rủi ro mắc bệnh liên quan đến nghề nghiệp. Biểu diễn hình thức là:

$$RRNN = RRTNLD + RRBNN + RRĐKLĐ \quad (1)$$

Trong đó: RRTNLD – là rủi ro tai nạn lao động; RRBNN – là rủi ro mắc bệnh nghề nghiệp

và bệnh liên quan đến nghề nghiệp; RRĐKLĐ – là rủi ro suy giảm sức khỏe nghề nghiệp (SKNN) do điều kiện lao động (ĐKLĐ) nặng nhọc, độc hại gây ra (suy giảm SKNN nhưng chưa bị bệnh).

Để nghiên cứu rủi ro, chúng ta phân biệt sự kiện rủi ro, xác suất sự kiện rủi ro, mức độ nghiêm trọng về hậu quả của sự kiện rủi ro. Về sự kiện và xác suất rủi ro chúng ta thấy:

Nếu ta gọi A là sự kiện rủi ro thì sự kiện A là sự kiện bao gồm sự có mặt đồng thời của hai sự kiện thành phần là:

Sự kiện B – Có NLĐ trong vùng làm việc (VLV) có sự cố, xác suất của sự kiện này là $P(B) \leq 1$;

Sự kiện C – Xảy ra sự cố kỹ thuật hoặc sự cố khác trong VLV, xác suất của sự kiện này là $P(C) \leq 1$;

Xác suất của sự kiện rủi ro A khi đó là:

$$P(A) = P(B \cdot C) = P(B) \cdot P(C) \leq 1. \quad (2)$$

Nếu NLĐ có sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân (PTBV CN) và nhờ đó mà tránh được phần nào tổn thất – sự kiện D, thì sự kiện rủi ro A là sự kiện B và sự kiện C xảy ra đồng thời, kết hợp với sự kiện D. Xác suất của sự kiện A khi đó sẽ là:

$$P(A) = P[(B \cdot C) + D] = P(B) \cdot P(C) + P(D) \leq 1 \quad (3)$$

Trong đó: $P(A)$ – xác suất sự kiện rủi ro; $P(B)$ – xác suất sự kiện có NLĐ trong VLV có sự cố; $P(C)$ – xác suất xảy ra sự cố kỹ thuật hoặc sự cố mất an toàn; $P(D)$ – xác suất sự kiện NLĐ có sử dụng PTBV CN khi sự cố xảy ra.

Đây là các sự kiện độc lập, không phụ thuộc lẫn nhau, cũng không loại trừ nhau.

Theo các định nghĩa và phân tích sự kiện rủi ro trình bày ở trên, khái niệm rủi ro được biểu diễn như sau:

$$RR_j = \sum_{i=1}^k (P(A)_{ji} \cdot U(A)_{ji}), \quad (4)$$

Trong đó: RR_j – Rủi ro tại vị trí làm việc thứ “j”; $P(A)_{ji}$ – Xác suất sự kiện rủi ro thứ “i” tại vị trí

làm việc thứ “j”; $U(A)_{ji}$ – Thiệt hại do sự kiện rủi ro thứ “i” tại vị trí làm việc thứ “j” gây ra; k – là số loại thiệt hại có thể có do sự kiện rủi ro thứ “i” gây ra tại vị trí làm việc thứ “j”.

Trong thực tế, sự kiện rủi ro được thống kê theo năm, do vậy khái niệm xác suất được

thay bằng khái niệm tần suất. Sự kiện RRNN được phân loại theo tần suất thống kê như tại Bảng 1.

Đối với mức độ nghiêm trọng về hậu quả do sự kiện rủi ro gây ra, tại các nước phát triển phổ biến hình thức phân loại như tại Bảng 2.

Bảng 1. Phân loại sự kiện rủi ro theo tần suất trung bình thống kê trong năm.

Mức phân loại	Tần suất thống kê sự kiện trong một năm, áp dụng tại các nước phát triển	Phân loại sự kiện	Tần suất thống kê sự kiện trong một năm, áp dụng cho đ/k VN ^(*)
1	$P(A) = (10^{-6} \div 10^{-8})$	Sự kiện A thực tế được coi là không thể xảy ra	$P(A) = [10^{-5} \div 10^{-8}]$
2	$P(A) = (10^{-4} \div 10^{-6})$	Sự kiện A thực tế được coi là rất hiếm khi xảy ra	$P(A) = [10^{-3} \div 10^{-5}]$
3	$P(A) = (10^{-2} \div 10^{-4})$	Sự kiện A thực tế được coi là hoàn toàn ngẫu nhiên. Khả năng xảy ra bằng không xảy ra	$P(A) = [10^{-1} \div 10^{-3}]$
4	$P(A) = (10^{-1} \div 10^{-2})$	Sự kiện A thực tế được coi là sẽ xảy ra	$P(A) > 10^{-1}$
5	$P(A) > 10^{-1}$	Sự kiện A thực tế được coi là nhất định sẽ xảy ra	$P(A) > 1,5 \times 10^{-1}$

(*) – Kiến nghị của tác giả bài viết. Các giá trị phân mức này được áp dụng phổ biến ở các nước Công nghiệp giai đoạn những năm 1980-1990 thế kỷ trước. Việc áp dụng các mức phân loại như các nước phát triển hiện nay đối với VN là chưa khả thi.

Bảng 2. Phân loại mức độ nghiêm trọng về hậu quả do sự kiện rủi ro gây ra

Mức phân loại	Mô tả sự kiện và mức độ nghiêm trọng	Tên mức phân loại, (Eng)
1	Sự kiện không đáng kể, có thể bỏ qua; Không có thương tích, xây xước nhỏ, bỏ qua tác động sức khỏe và an toàn.	N [Negligible]
2	Sự kiện không đáng kể, không nguy hiểm; Thương tích nhỏ, tác động đến sức khỏe và an toàn tính mạng không đáng kể, hậu quả dễ khắc phục, chi phí khắc phục hậu quả không lớn.	Mi [Minor]
3	Sự kiện vừa phải; Tác động đến sức khỏe và an toàn không lớn, thương tích trung bình kèm theo mất khả năng lao động tạm thời, sự cố có thể kèm theo phát thải, khắc phục hậu quả không đòi hỏi chi phí quá lớn.	Mo [Moderate]
4	Sự kiện nghiêm trọng, rất đáng kể; Tai nạn lao động kèm theo mất khả năng lao động lâu dài, tác động đến sức khỏe và an toàn NLD lớn, sự kiện có hậu quả nghiêm trọng: khắc phục chúng cần chi phí rất lớn.	S [Serious]
5	Sự kiện cực kỳ nghiêm trọng; Có tử vong, tác động tới hạn đến sức khỏe và an toàn của NLD, phá hủy thiết bị, khắc phục hậu quả đòi hỏi chi phí rất lớn và nhiều nguồn lực khác	C [Critical]

Kết quả nghiên cứu KHCN

Như vậy, theo (3) và cách thức phân loại ở Bảng 1 và Bảng 2, chúng ta thấy để đánh giá RRNN, người ta có thể sử dụng ma trận 5x5, theo hàng dọc là phân loại tần suất xuất hiện sự kiện rủi ro, theo hàng ngang là phân loại hậu quả.

Do sự kiện RRNN và hậu quả của chúng thống kê được trong các lĩnh vực hoạt động nhân sinh ngày một đa dạng, các nhà nghiên cứu đã phân loại xác suất và hậu quả theo thang 7 mức, 9 mức và 11 mức. Khi đó thay vì ma trận đánh giá 5x5, ta sẽ có ma trận đánh giá RRNN (5x7)/(7x5), hoặc (5x9)/(9x5), hoặc (7x9)/(9x7), hoặc (9x11)/(11x9), hoặc các ma trận vuông 7x7; 9x9; 11x11.

Cần nhắc lại là: Rủi ro thực tế không phụ thuộc vào công cụ đánh giá và phân loại. Công cụ đánh giá và phân loại càng chi tiết thì càng dễ xác định các giải pháp giám sát, can thiệp, từ đó nâng cao được hiệu quả quản lý rủi ro mà thôi.

Ma trận vuông 5x5 đánh giá rủi ro theo các mức tần suất sự kiện và mức hậu quả

RRNN tính theo các mức phân loại tần suất xuất hiện và quy mô hậu quả						
Mức phân loại hậu quả sự kiện RRNN (Bảng 2)		1	2	3	4	5
Mức phân loại theo tần suất thống kê RRNN (Bảng 1)	1	1	2	3	4	5
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
	5	5	6	7	8	9

Tại các giao điểm của các mức tần suất và hậu quả sự kiện là giá trị mức rủi ro SKNN. Ta thấy bảng ma trận 5x5 có 9 mức rủi ro như sau:

Mức RRNN	Mô tả rủi ro và sự cấp thiết của các giải pháp can thiệp
Mức 1	Hoàn toàn không có rủi ro;
Mức 2	Rủi ro nhỏ không đáng kể. Có thể bỏ qua;
Mức 3	Rủi ro nhỏ. Không cần giải pháp can thiệp giảm thiểu nhưng phải giám sát;
Mức 4	Rủi ro khá đáng kể. Cần có giải pháp can thiệp giảm thiểu, thực hiện theo kế hoạch;
Mức 5	Rủi ro đáng kể. Cần sớm có giải pháp can thiệp giảm thiểu RR;
Mức 6	Rủi ro khá cao. Cần có ngay giải pháp can thiệp giảm thiểu RR;
Mức 7	Rủi ro cao. Cần ngừng làm việc và có ngay giải pháp can thiệp giảm thiểu RR
Mức 8	Rủi ro rất cao. Cần ngừng làm việc và có ngay giải pháp ngăn chặn, loại trừ rủi ro
Mức 9	Rủi ro cực cao. Cần ngừng làm việc và thay thế công nghệ sản xuất an toàn hơn

Ưu điểm của phương thức ma trận trong xác định RRNN là dễ trình bày, dễ thấy, dễ hình dung.

Nhược điểm của phương thức này là bán định lượng, gián tiếp qua mức phân loại.

Trong thực tiễn quản lý ATVSLĐ, chúng ta phân biệt một số dạng rủi ro sau:

1- Rủi ro tai nạn lao động (RRTNLD). Rủi ro này bao gồm rủi ro thương tích và rủi ro tử vong;

2- Rủi ro mắc bệnh nghề nghiệp (RRBNN). Rủi ro này bao gồm rủi ro mắc bệnh nghề nghiệp và bệnh liên quan tới nghề nghiệp;

3- Rủi ro chung về sức khỏe, tính mạng do làm việc ở vị trí làm việc có điều kiện lao động

độc hại, nguy hiểm cụ thể nào đó (RRĐKLĐ);

4- Rủi ro gia tăng, phụ thuộc vào trạng thái sức khỏe của NLĐ, vào tuổi đời, tuổi nghề, đặc trưng cơ địa và một số thói quen tiêu cực đối với sức khỏe của NLĐ làm việc tại vị trí làm việc thứ j.

Nói chung, NLĐ làm việc tại các cơ sở sản xuất công nghiệp (SXCN) cách này hay cách khác, mức độ nhiều hay ít đều phải chịu tất cả các rủi ro nêu trên. Các rủi ro đó mang tính đặc thù của từng ngành nghề, trong từng điều kiện của các cơ sở SXCN cụ thể.

Tóm lại, RRNN bao gồm tất cả các dạng rủi ro mà NLĐ phải chịu trong lao động sản xuất. Trong tương lai có thể nghiên cứu bổ sung thêm loại hình rủi ro ngoài 4 dạng nêu trên.

Chúng ta hình thức hóa RRNN tại vị trí làm việc thứ "j" theo 4 dạng rủi ro nêu trên, như sau:

$$RRNN_j = RRTNLĐ_j + RRBNN_j + RRĐKLĐ_j + RRTTNLĐ_j \quad (5)$$

Trong đó:

- $RRNN_j$ – Rủi ro nghề nghiệp tại vị trí làm việc thứ j;
- $RRTNLĐ_j$ - Rủi ro tai nạn lao động tại vị trí làm việc thứ j;
- $RRBNN_j$ – Rủi ro mắc bệnh nghề nghiệp và liên quan tới nghề nghiệp tại vị trí làm việc thứ j;
- $RRĐKLĐ_j$ – Rủi ro suy giảm sức khỏe nghề nghiệp do làm việc tại vị trí "j" có điều kiện lao động độc hại cụ thể nào đó;
- $RRTTNLĐ_j$ – Rủi ro gia tăng, phụ thuộc vào trạng thái sức khỏe của NLĐ, vào tuổi đời, tuổi nghề, đặc trưng cơ địa và một số thói quen tiêu cực đối với sức khỏe của NLĐ làm việc tại vị trí làm việc thứ j.

Sử dụng (4) để biểu diễn (5), ta được:

$$RRNN_j = \sum_{m=1}^4 \sum_{i=1}^k (P(A)_{jmi} * U(A)_{jmi}) \quad (6)$$

Trong đó: m=1: là chỉ số loại rủi ro TNLĐ; m=2: chỉ số loại rủi ro mắc BNN và liên quan nghề nghiệp; m=3: chỉ số loại rủi ro do ĐKLĐ gây ra; m=4: chỉ số loại rủi ro trạng thái NLĐ nhạy cảm với các yếu tố độc hại, nguy hiểm cụ thể phát sinh tại vị trí làm việc thứ "j".

Đương nhiên – chúng ta hiểu rằng: không phải ở mỗi sự kiện rủi ro thứ "i" đều có đủ 4 loại rủi ro nêu trên. Ví dụ: sự kiện bị điện giật – NLĐ không chịu RRBNN, mà chịu các rủi ro sau: RRTNLĐ; RRĐKLĐ; RRTTNLĐ.

2.2. Thế nào là rủi ro nghề nghiệp của cơ sở SXCN

Trong mỗi cơ sở sản xuất đều có các vị trí làm việc mà ở đó NLĐ đảm nhiệm các công việc như nhau. Lại cũng có những vị trí làm việc của một nhóm NLĐ. Ở mỗi vị trí đó, NLĐ đều chịu các RRNN nhất định. Tất yếu nảy sinh câu hỏi sau:

Nếu NLĐ ở từng vị trí làm việc đều chịu một rủi ro nghề nghiệp nào đó thì rủi ro nghề nghiệp nói chung của cơ sở sản xuất là gì?

Giải đáp câu hỏi này có nhiều ứng dụng quan trọng. Trước hết là để xác định được đúng rủi ro nghề nghiệp của doanh nghiệp, từ đó có các chiến lược quản lý phù hợp, sau đó là để xác định nguồn lực, thực thi chính sách bảo hiểm TNLĐ và BNN.

Theo các tài liệu tham khảo [4],[6],[7],[8] rủi ro nghề nghiệp của cơ sở sản xuất được định nghĩa như sau: **Rủi ro nghề nghiệp của cơ sở sản xuất là tổng rủi ro nghề nghiệp của tất cả NLĐ trong cơ sở sản xuất đó.**

Hình thức hóa rủi ro nghề nghiệp của vị trí làm việc của nhóm NLĐ như sau:

$$RRNN_{CSZ} = \sum_{Nhj=1}^m (RRNN)_{Nhj} + \sum_{j=1}^n (RRNN)_j \quad (7)$$

Trong đó: $RRNN_{CSZ}$ – Rủi ro nghề nghiệp của cơ sở sản xuất "Z";

Kết quả nghiên cứu KHCN

$RRNN_{Nhj}$ – Rủi ro nghề nghiệp tại vị trí làm việc theo nhóm “Nhj” trong cơ sở “Z”; m – Tổng số lượng vị trí làm việc theo nhóm trong cơ sở “Z”.

$RRNN_j$ – Rủi ro nghề nghiệp tại vị trí làm việc đơn lẻ thứ “j”; n – Tổng số lượng vị trí làm việc đơn lẻ trong cơ sở sản xuất thứ “Z”;

Để đánh giá RRNN của cơ sở sản xuất, người ta còn dùng chỉ số gọi là: Mức độ RRNN. **Mức độ RRNN (MRRNN) của một cơ sở sản xuất xác định bằng giá trị trung bình của RRNN tất cả nhân viên và NLD trong cơ sở đó.**

Biểu diễn hình thức như sau:

$$MRRNN_{CS} = (\sum_{i=1}^N RRNN_{CN.i})/N, \quad (8)$$

Trong đó: $MRRNN_{CS}$ – là mức độ RRNN của cơ sở sản xuất; $RRNN_{CN.i}$ – là RRNN của NLD thứ “i”; N – là tổng số NLD trong cơ sở sản xuất tính theo số lượng. Trong thực tiễn cho phép số lượng thống kê, đánh giá RRNN không ít hơn 95% tổng số NLD của cơ sở.

III. PHƯƠNG PHÁP TRỰC TIẾP XÁC ĐỊNH RỦI RO NGHỀ NGHIỆP TẠI VỊ TRÍ LÀM VIỆC VÀ CỦA CƠ SỞ SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP

Để đánh giá RRNN trong thực tiễn, cần có các mô hình toán học và các chỉ số thống kê để tính toán các loại thiệt hại do RRNN gây ra cho NLD.

Phương pháp trực tiếp xác định RRNN tại vị trí làm việc (VLV) là căn cứ vào định nghĩa và các biểu thức hình thức (1) ÷ (5) và thu thập số liệu trực tiếp tại cơ sở sản xuất để tính toán. Mặc nhiên, kết quả tính toán phụ thuộc vào bề dày số liệu thực tế thu thập được tại cơ sở sản xuất.

Hiện nay chúng ta đánh giá, phân loại ĐKLĐ theo kết quả đo đạc, khảo cứu tại VLV. Về mặt phương pháp, các kết quả xác định ĐKLĐ phải đưa vào quan hệ giữa các mức phân loại ĐKLĐ với mức RRNN. Logic của luận điểm này là: “Đo

đạc, khảo cứu tại VLV để xác định ĐKLĐ; từ ĐKLĐ xác định nên mức độ RRNN và các giải pháp ngăn ngừa, giảm thiểu RRNN đó”. Logic này rất rõ ràng và gần như quá dễ hiểu, tuy nhiên, nó gặp phải những khó khăn thực tế là không có số liệu thống kê đầy đủ các loại thiệt hại liên quan tới RRNN để tiến hành tính toán, phân loại chúng từ đó xây dựng các giải pháp quản lý phù hợp, hiệu quả.

Để tháo gỡ khó khăn này, về mặt học thuật cần làm sáng tỏ hai vấn đề:

1/ Quan hệ nào giữa các tập số liệu thiệt hại với RRNN được đánh giá và phân loại sẽ được coi là đủ tương đương để lựa chọn quan hệ thay thế khả thi trong thực tiễn;

2/ Thông qua quan hệ tương đương được lựa chọn, chúng ta sẽ xác định thông số thống kê một mặt, thỏa mãn được tính liên tục của số liệu, mặt khác đủ để tính toán đánh giá.

Như (5) cho thấy, RRNN bao gồm bốn loại rủi ro thành phần. Mỗi loại lại có thể được biểu diễn bằng một chỉ số đặc trưng. Các công trình nghiên cứu [1],[3] đã chỉ ra rằng quan hệ (EF) giữa bệnh tật của NLD và việc mất khả năng lao động tạm thời (MKLĐt) ở NLD làm việc trong các ĐKLĐ khác nhau có xu hướng thỏa mãn hai vấn đề nêu trên.

Trong [1] đã đánh giá giá trị của EF với mức quan hệ nhân – quả giữa các triệu chứng bệnh tật với ĐKLĐ – từ mức quan hệ lỏng lẻo, với $EF < 33\%$ đến gần như rất chặt chẽ, khi $EF > 81\%$.

Kết quả phân tích các số liệu thống kê thực tế [3] cho thấy mức độ tin cậy của quan hệ nhân – quả giữa bệnh tật với MKLĐt và các yếu tố trong quá trình lao động sản xuất được coi là thấp khi $EF = 10\% \div 30\%$ đối với ĐKLĐ độc hại nhẹ (mức 3/7). Quan hệ này trở nên khá chặt khi $EF \geq 32\%$ và bệnh tật được coi là do nghề nghiệp khi ĐKLĐ ở mức độc hại rất nặng và nguy hiểm – mức 6/7 và 7/7.

Do đó chúng ta có thể lấy thông số MKLĐt làm cơ sở để xác định và phân loại RRNN với

cách hiểu mặc định là: theo thông số MKLĐt để tính toán thì RRNN chưa thật đầy đủ về mặt định lượng, nhưng đủ để có thể phân loại RRNN một cách tin cậy, phục vụ cho công tác quản lý chúng.

Cơ sở của lựa chọn này là:

(1) Thiệt hại do tác động của các yếu tố độc hại trong sản xuất (YĐSx) có thể cộng lại với nhau. Theo lý thuyết xác suất, điều này có thể thực hiện khi các sự kiện là loại trừ lẫn nhau.

Ví dụ thiệt hại khi NLĐ ốm do mắc bệnh đường hô hấp không cùng lúc với thiệt hại do mắc bệnh cơ xương khớp, nói cách khác không thể có cục diện NLĐ nghỉ ốm do bệnh hô hấp lại nghỉ ốm do bệnh cơ xương khớp, nói cách khác hai sự kiện NLĐ nghỉ ốm do bệnh hô hấp và do bệnh cơ xương khớp là hai sự kiện loại trừ nhau (như khi tung đồng xu, không thể có cục diện vừa sấp lại vừa ngửa. Sấp hay ngửa là hai sự kiện loại trừ lẫn nhau). Vì vậy, thiệt hại do NLĐ nghỉ ốm do bệnh hô hấp có thể cộng được với thiệt hại do NLĐ nghỉ ốm do bệnh cơ xương khớp;

(2) Tần suất và thời gian trung bình MKLĐt là các biến chính tác động cho thống kê bệnh nghề nghiệp và liên quan tới nghề nghiệp.

Dưới đây trình bày phương thức đánh giá định lượng RRNN theo MKLĐt.

Thời gian MKLĐt được thống kê tại từng VLV của cơ sở sản xuất như sau:

Đối với mỗi công đoạn sản xuất, hoặc các xưởng sản xuất, ta thực hiện:

- Thống kê số lượng NLĐ, ví dụ là N;
- Thống kê các trường hợp ốm đau nghỉ việc trong 365 ngày, ví dụ được K trường hợp;
- Thống kê và cộng dồn tất cả số ngày nghỉ việc của K trường hợp nêu trên, ví dụ được D ngày MKLĐt;
- Thiệt hại bằng tiền do số công bị mất do nghỉ ốm gây ra ở mỗi công đoạn, phân xưởng

sản xuất gây ra, ví dụ được $U_j = D * G_{c,j}$

Xác suất mắc bệnh tính theo số liệu thống kê chính là tần suất mắc BNN và bệnh liên quan tới nghề nghiệp. Tần suất này bằng tỷ số giữa tổng số ngày công bị mất do nghỉ ốm và tổng số ngày công danh nghĩa của phân xưởng (công đoạn) sản xuất:

$$P(A)_j = D_j / (N_j * 365) \quad (9)$$

Trong đó: $P(A)_j$ – Xác suất mắc BNN và bệnh liên quan tới nghề nghiệp; $D_j = \sum_{i=1}^k d_{ji}$; tổng số ngày công bị mất do mắc BNN, bệnh liên quan nghề nghiệp và chấn thương do TNLĐ gây ra trong phân xưởng j; k – là số lượng các loại bệnh tật độc lập, khác nhau mà NLĐ bị mắc trong quá trình làm việc tại phân xưởng thứ j; 365 – là tổng số công danh nghĩa trong một năm của mỗi NLĐ. Tổng số ngày nghỉ ốm tính theo lịch nên phân bố xác suất (tần suất) tính cho cả 365 ngày.

Thiệt hại bằng thời gian MKLĐt trung bình trên mỗi trường hợp nghỉ ốm là:

$$\tau_{tb.ji} = (D_{ji} / K_{ji}), i = 1; 2; 3; \dots; k, \quad (10)$$

Sử dụng biểu thức (4) để biểu diễn RRNN trung bình của phân xưởng j ta thu được:

$$\begin{aligned} RRNN_{PXj} &= \sum_{i=1}^k [P(A)_{ji} * \tau_{tb.ji}] \\ &= \sum_{i=1}^k [D_{ji}^2 / (N_{PXji} * 365 * K_{PXji})], \end{aligned} \quad (11)$$

Các số liệu thống kê và tính toán đưa vào Bảng 3 (với giả định N=100). Thiệt hại tổng là số ngày công MKLĐt trong một năm (365 ngày) tính trên một NLĐ trong mỗi phân xưởng sản xuất. Từ bảng 3 ta thấy ở phân xưởng 1 – thiệt hại lớn nhất là do bệnh cơ xương khớp và chấn thương do tai nạn lao động. Ở phân xưởng 2 – thiệt hại lớn nhất là do bệnh tuần hoàn máu và chấn thương do tai nạn lao động. Ở nhóm đối chứng thiệt hại lớn nhất là do chấn thương TNLĐ.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 3. Ví dụ số liệu về mức tai nạn lao động và ốm đau kèm MKLĐt của NLĐ

Nhóm NLĐ	Phân xưởng 1*			Phân xưởng 2**			Đối chứng***		
Loại bệnh	Số trường hợp MKLĐt, K	Tổng số ngày nghỉ của cả phân xưởng, D	RRNN tính bằng số công bị mất trên NLĐ trong 1 năm	Số trường hợp MKLĐt, K	Tổng số ngày nghỉ của cả phân xưởng, D	RRNN tính bằng số công bị mất trên NLĐ trong 1 năm	Số trường hợp MKLĐt, K	Tổng số ngày nghỉ của cả phân xưởng, D	RRNN tính bằng số công bị mất trên NLĐ trong 1 năm
Đường hô hấp	30	215,5	0,042	32	274,3	0,064	20	169	0,039
Cơ xương khớp	12	280,4	0,179	14	179,5	0,063	15	144	0,038
Đường tiêu hóa	4	86,6	0,051	8	138,4	0,066	3	49	0,022
Tuần hoàn máu	2	34,8	0,017	4	168,2	0,194	1	29	0,023
Đường tiết niệu	3	35,4	0,011	5	71,7	0,028	3	27	0,007
Chấn thương	11	192,4	0,092	11	206,5	0,106	10	178	0,087
Bệnh lây lan	1	28,3	0,022	1	21,4	0,013	1	16	0,007
Bệnh về da	3	40,2	0,015	5	75,2	0,031	2	39	0,021
Bệnh khác	6	127,9	0,075	5	60,2	0,020	5	24,6	0,003
Tổng số các trường hợp và số ngày nghỉ	72	1041,5		85	1175,4		60	675,6	
Thiệt hại tổng trung bình theo NLĐ (RRNN) _{PXj}	0,502			0,585			0,247		

Phân xưởng 1 – Phân xưởng đúc; Phân xưởng 2** – Phân xưởng phụ trợ; Đối chứng*** – Tất cả công nhân còn lại.*

Sử dụng biểu thức (8) để xác định MRRNN của cả cơ sở sản xuất, thì được:

$$MRRNN_{CS} = \frac{\left[(100 * 0,502) + (100 * 0,585) + (100 * 0,247) \right]}{300} = 0,4446$$

Tức mức RRNN của cơ sở xấp xỉ 0,5 ngày công bị mất trong một năm, trên mỗi NLĐ.

IV. PHƯƠNG PHÁP GIÁN TIẾP XÁC ĐỊNH RỦI RO NGHỀ NGHIỆP TẠI VỊ TRÍ LÀM VIỆC VÀ CỦA CƠ SỞ SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP.

Phương pháp gián tiếp xác định RRNN tại vị

trí làm việc và của cơ sở SXCN là phương pháp sử dụng các chỉ số thống kê - là kết quả xử lý các số liệu được thống kê tại cơ sở SXCN đó - để tính toán, ước lượng mức RRNN với các giả định như sau:

- Số liệu thống kê đủ lớn để kết quả xử lý chúng đủ tin cậy (thời gian thống kê ít nhất là 5 năm);

- Giả định rằng mức RRNN tại cơ sở SXCN được xem xét trong năm tới không có thay đổi đột biến so với toàn bộ bề dày số liệu được thống kê (do không có biến đổi đặc biệt về máy móc, thiết bị công nghệ, về ĐKLĐ và các

phương tiện BVCC, về trình độ thao tác của NLĐ, v.v.).

Phương pháp gián tiếp đánh giá RRNN bao gồm đánh giá sơ bộ và đánh giá cuối cùng.

Đánh giá sơ bộ RRNN được thực hiện bằng cách đánh giá mức độ vệ sinh của ĐKLĐ khi kiểm định an toàn tại vị trí làm việc. Trong quá trình đánh giá ĐKLĐ có thể dự báo khả năng mắc BNN do tiếng ồn, rung động, tải trọng bụi theo một số mô hình khác nhau.

Đánh giá cuối cùng RRNN được thực hiện theo kết quả xử lý số liệu thống kê về mắc BNN và bệnh liên quan tới nghề nghiệp; thống kê số liệu về mất khả năng lao động tạm thời; thống kê các trường hợp tai nạn lao động; các trường hợp tử vong; tỷ lệ bệnh tật do nghề nghiệp và bệnh tật chung; tỷ lệ gia tăng tuổi sinh học (già trước tuổi); v.v. Chuẩn cứ an toàn của ĐKLĐ là sức khỏe và các chức năng cơ thể của NLĐ được bảo toàn, tuổi thọ kỳ vọng và sức khỏe của các thế hệ con cháu được bảo đảm.

Để đánh giá và quản lý RRNN, người ta áp dụng khái niệm “cấp rủi ro” đánh giá định lượng bằng chỉ số RRNN (I_{RRNN}). Chỉ số này xác định theo công thức sau:

$$I_{RRNN} = 1/(K_{Ng} * K_{NgTr}), \quad (12)$$

Trong đó: I_{RRNN} – là chỉ số RRNN; K_{Ng} – là chỉ số cấp nguy cơ RRNN; K_{NgTr} – Chỉ số cấp nghiêm trọng của RRNN.

Chỉ số cấp nguy cơ, K_{Ng} nhận giá trị theo Bảng 4.

Chỉ số phân loại cấp nghiêm trọng K_{NgTr} của rủi ro mắc BNN nhận theo Bảng 5.

Như trình bày ở trên, biểu thức (12), chỉ số RRNN tính đến tần suất tai nạn lao động và mắc bệnh nghề nghiệp(%) và mức nghiêm trọng của tai nạn lao động và BNN dưới dạng chỉ tiêu tổng hợp, có giá trị trong khoảng từ 0 đến 1,0. Nếu nơi lao động sản xuất có nhiều yếu tố độc hại tác động thì chỉ số RRNN cho phép đánh giá riêng từng bệnh cũng như đánh giá chung sự phối hợp có thể có giữa chúng. Khi đó chỉ số rủi ro bệnh nghề nghiệp chung tính bằng tổng các chỉ số rủi ro từng bệnh nghề nghiệp cộng lại.

$$I_{RRNN.SUM} = \sum_{j=1}^n I_{RRNN.j}, \quad (13)$$

Theo giá trị của chỉ số RRNN, ta xác định loại RRNN và tính cấp bách của các giải pháp giảm thiểu theo Bảng 6,7.

Bảng 4. Giá trị chỉ số phân loại cấp nguy cơ KNg theo tần suất tai nạn và mắc BNN, từ cao xuống thấp

Chỉ số rủi ro mắc bệnh nghề nghiệp, K_{Ng}	Tỷ lệ mắc bệnh nghề nghiệp, %	Tỷ lệ phát hiện sớm dấu hiệu mắc bệnh nghề nghiệp, %
1 – Nguy cơ cực cao	Hơn 10	Hơn 30
2 – Nguy cơ rất cao	Từ 1÷10	Từ 3÷30
3 – Nguy cơ cao	Từ 0,2 đến 1	Từ 1 đến 3
4 – Nguy cơ trung bình	Từ 0,1 đến 0,2	Từ 0,5 đến 1
5 – Nguy cơ thấp	Từ 0,01 đến 0,1	Từ 0,2 đến 0,5
6 – Nguy cơ không đáng kể, có thể bỏ qua	Dưới 0,01	Dưới 0,2
7 – Không có nguy cơ	=0	=0

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 5. Chỉ số cấp nghiêm trọng tai nạn và mắc BNN (K_{NgTr}), từ cao xuống thấp

Chỉ số cấp nghiêm trọng mắc bệnh nghề nghiệp, K _{NgTr}	Cấp nghiêm trọng trên cơ sở chẩn đoán y tế và loại MKLĐt có thể xảy ra
1 – Cực kỳ nghiêm trọng	Mất khả năng lao động phát triển cả khi không còn bị phơi nhiễm như ở vị trí làm việc trước đây nữa
2 – Rất nghiêm trọng	Mất khả năng lao động cố định hoặc cần đổi nghề
3 – Nghiêm trọng	Mất khả năng lao động dài hạn
4 – Khá nghiêm trọng	Mất khả năng lao động tạm thời mức trung bình hoặc nằm viện từ 3 tuần trở lên
5–Nghiêm trọng vừa phải	Mất khả năng lao động tạm thời mức vừa phải hoặc nằm viện ít hơn 3 tuần
6 – Không nghiêm trọng	Mất khả năng lao động tạm thời dưới 1 ngày.
7 – Hoàn toàn không nghiêm trọng	Không mất khả năng lao động tạm thời.

Bảng 6. Loại RRNN và sự cấp bách của các giải pháp giảm thiểu, dự phòng [6],[8]

Chỉ số RRNN, I _{RRNN}	Cấp rủi ro sức khỏe nghề nghiệp	Sự cấp bách của các giải pháp giảm thiểu rủi ro SKNN
-	Không có rủi ro	Không cần có giải pháp
< 0,05	Rủi ro nhỏ không đáng kể. Có thể bỏ qua	Không cần có giải pháp, nhưng các đối tượng nhạy cảm cần có bảo vệ thêm <*>
0,05 - 0,11	Rủi ro khá đáng kể	Cần có giải pháp giảm thiểu trong thời hạn cụ thể
0,12 - 0,24	Rủi ro đáng kể	Cần sớm có giải pháp giảm thiểu
0,25 - 0,49	Rủi ro cao	Cần ngừng làm việc và có ngay giải pháp giảm thiểu
0,5 - 1,0	Rủi ro rất cao	Ngừng làm việc (chỉ làm việc tiếp khi rủi ro đã được giảm về mức an toàn)
> 1,0	Rủi ro cực cao đối với sức khỏe và tính mạng NLĐ	Công việc chỉ được thực hiện theo quy định đặc biệt <*>. Thay thế công nghệ sản xuất.

<*>: Các đối tượng nhạy cảm là: lao động vị thành niên; phụ nữ có thai; đang nuôi con bú; lao động khuyết tật.

<*> Các quy định đặc biệt về công việc, trong đó có theo dõi trạng thái cơ thể người lao động trước hoặc trong quá trình làm việc.

Bảng 7. Ví dụ xác định RRNN theo chỉ số I_{BNN} đối với thợ khoan đá bằng máy búa cầm tay

Mức RRNN tính theo các chỉ số $I_{BNN} = f(K_{Ng}; K_{NgTr})$				
Mức phân loại cấp nguy cơ rủi ro mắc BNN (Bảng 4)		Cấp nguy cơ bệnh bụi phổi - 2	Cấp nguy cơ bệnh rung chấn - 2	Cấp nguy cơ bệnh diếc nghề nghiệp - 1
Mức phân loại cấp nghiêm trọng (Bảng 5)	Cấp nghiêm trọng bệnh bụi phổi – 1	2		
	Cấp nghiêm trọng bệnh rung chấn – 2		4	
	Cấp nghiêm trọng bệnh diếc nghề nghiệp – 3			3
Chỉ số RRNN theo từng loại bệnh		0,5	0,25	0,33
Chỉ số RRNN của thợ khoan đá bằng máy búa cầm tay		1,08		

Ví dụ: Đối với nghề khoan đá bằng máy búa cầm tay, tỷ lệ thống kê mắc bệnh bụi phổi silic, bệnh rung chấn và giảm thính lực tương ứng là: 5%; 10% và 40%.

Theo Bảng 4 các cấp nguy cơ của các bệnh là: Bệnh bụi phổi – cấp 2; Bệnh rung chấn – cấp 2; Bệnh diếc nghề nghiệp – cấp 1.

Theo Bảng 5, các cấp nghiêm trọng của các bệnh là: Bệnh bụi phổi – cấp 1; Bệnh rung chấn – cấp 2; Bệnh diếc nghề nghiệp – cấp 3.

Theo công thức (12) ta tính được chỉ số IBNN tương ứng với các bệnh là:

Bệnh bụi phổi: $I_{BPhổi}=0,5$; Bệnh rung chấn: $I_{RC}=0,25$; Bệnh diếc nghề nghiệp: $I_{ĐNN}=0,33$.

Theo công thức (13) ta xác định được tổng chỉ số RRNN của thợ khoan đá bằng máy búa cầm tay là: 1,08. Kết quả tính toán thể hiện trong Bảng 7.

Đối chiếu với Bảng 6, ta thấy thợ khoan đá bằng máy búa cầm tay chịu rủi ro cực cao đối với sức khỏe và tính mạng.

Sau khi tính toán, đánh giá được các mức RRNN ở từng vị trí làm việc, chúng ta có thể đánh giá định lượng mức RRNN cho cơ sở SXCN theo nội dung và công thức (7) và (8) ở phần 2.2.

KẾT LUẬN

1. Đối với NLĐ, về nguyên tắc, rủi ro nghề nghiệp bao gồm RRTNLD; RRBNN và RRĐKLĐ. Trong thực tiễn, xu thế chuyển quản lý công tác ATVSLĐ tại cơ sở sang quản lý RRNN đòi hỏi phương pháp tiếp cận, phân tích cho phép kể đến đầy đủ các đặc trưng rủi ro An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp cũng như phân loại chúng nhằm phục vụ quản lý chúng một cách hiệu quả;

2. Phương pháp trực tiếp và phương pháp gián tiếp tính toán, xác định RRNN ở cơ sở SXCN được trình bày có thể áp dụng một cách bổ sung, linh hoạt vào thực tiễn nước ta trong giai đoạn hiện nay, khi mà công tác theo dõi, thống kê các dữ liệu về ATVSLĐ và các tình huống sự cố, thảm họa cũng như sức khỏe lao động còn chưa đầy đủ và nề nếp, nơi có, có

không đầy đủ; nơi không;

3. Trong tương lai gần có thể nghiên cứu bổ sung, hoàn thiện thêm các phương pháp được trình bày. Hướng nghiên cứu bổ sung, hoàn thiện trước mắt là đánh giá RRNN có tính đến trạng thái sức khỏe của NLĐ – theo biểu thức (5).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Адриановский В.И., Липатов Г.Я., Наричина Ю.П. *“Некоторые результаты изучения заболеваемости с временной утратой трудоспособности рабочих, занятых в огневом рафинировании меди”*. // Фундаментальные исследования. Медицинские науки. № 2, 2010, С. 14 -18.

[2]. “ГОСТ Р ИСО/МЭК 51-2002”

[3]. ГОСТ 12.0.230 – 2007 ССБТ “«Система управления охраной труда». Общие требования»

[4]. ГОСТ Р 12.0.010–2009 “«Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков»”

[5]. Молодкина Н.Н., Радионова Г.И., Денисов Э.И. “Обоснование критериев профессионального риска”. В кн. Измеров Н.Ф. (ред) Профессиональный риск. – М.: Социздат, 2001. – С. 48 - 55.

[6]. “Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство)” / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. - М.: Т ровант, 2003г., 48 стр.

[7]. “Рекомендация МКРЗ № 45.

Количественное обоснование единого индекса вреда” – М.:Энергоатомиздат, 1989, - 85 с.

[8]. “Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки”, Р 2.2.1766-03, Минздрав России, Москва 2004г., 21 стр.

[9]. “Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса”. Р 2.2.2006 – 05. М.: Минздрав России, 2005, 142 с.

[10]. Федеральный закон № 125 – ФЗ “Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний” 1998 г.

[11]. Федеральный закон № 184 – ФЗ “О техническом регулировании” 2002 г.

[12]. Федорович Г.В. “Классификация условий труда по эпидемиологическим данным”. // БиОТ - 2011 - № 4 – (в печати).

[13]. Федорович Г.В. “Методы статистики ансамблей в эпидемиологии профзаболеваний” // БиОТ-2011-№3 – С.71-75.

[14]. Федорович Г.В. “АРМ - основа актуарных расчетов”. // БиОТ - 2011 - № 2 – С. 40 -47.

[15]. ISO 45001: 2018. “Tiêu chuẩn hệ thống quản lý an toàn và sức khỏe nghề nghiệp – Yêu cầu và hướng dẫn áp dụng”.

ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ PHƠI NHIỄM KHÍ CLO Ở NGƯỜI LAO ĐỘNG TRONG CÁC CƠ SỞ CHẾ BIẾN THỦY SẢN KHU VỰC MIỀN TRUNG

ThS. Nguyễn Thị Thùy Trang và cộng sự

Phân viện Khoa học An toàn Vệ sinh Lao động và Bảo vệ Môi trường miền Trung

Tóm tắt:

Tại các công ty chế biến thủy sản, người lao động ngoài phải làm việc trong điều kiện chứa đựng nhiều yếu tố bất lợi, còn phải tiếp xúc với các hóa chất độc hại thoát ra từ dung dịch sát trùng (Chlorine), trong đó nguy cơ phơi nhiễm với khí Clo là rất lớn. Nghiên cứu này nhằm đánh giá mức độ phơi nhiễm khí Clo trên hai nhóm đối tượng người lao động có tiếp xúc và không tiếp xúc hoặc tiếp xúc rất ít với khí Clo ở 4 cơ sở chế biến thủy sản, theo phương pháp mô tả cắt ngang. Kết quả nghiên cứu cho thấy: nhóm tiếp xúc có nồng độ phơi nhiễm lớn hơn gấp 8,5 lần so với nhóm đối chứng, 25/401 mẫu đo của nhóm tiếp xúc vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 03:2019/BYT. Sơ chế là bộ phận có nồng độ phơi nhiễm trung bình khí Clo ở người lao động lớn nhất, nồng độ trung bình là $1,124\text{mg/m}^3$.

I. MỞ ĐẦU

C hế biến thủy sản hiện nay là ngành kinh tế mũi nhọn, ngành sản xuất hàng hóa lớn, đi đầu trong hội nhập kinh tế quốc tế. Miền Trung với lợi thế nguồn tài nguyên biển phong phú, định hướng đến năm 2020, ngành chế biến thủy hải sản ở khu vực Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung sẽ thu hút và giải quyết việc làm cho khoảng 55.000 lao động. Tại các công ty chế biến thủy hải sản xuất khẩu, việc thực hiện an toàn vệ sinh thực phẩm là ưu tiên hàng đầu và là điều kiện bắt buộc. Với lợi thế là chất oxy hóa mạnh, có khả năng khử trùng tốt và giá rẻ, chlorine thường được các cơ sở chế biến sử dụng. Các công đoạn thường sử dụng chất khử trùng gồm rửa nguyên liệu, bán thành phẩm, sơ chế, tinh chế, vệ sinh cá nhân, vệ sinh dụng cụ và nhà xưởng sản xuất. Tùy thuộc từng mục đích của công đoạn sản xuất mà nồng độ dung dịch chlorine khử trùng được lựa chọn.

Việc pha chế dung dịch khử trùng này tuy đã được các cơ sở chế biến thủy sản chuẩn hóa thành các quy trình thao tác chuẩn (SOP) hướng dẫn quy cách pha chế, định lượng cụ thể. Song trong thực tế, tại nhiều cơ sở việc pha chế thường được những người lao động thực hiện ước lượng và thực hiện chưa đúng so với quy định, thường xảy ra nhất ở công đoạn pha chế dung dịch khử trùng vệ sinh cá nhân, dụng cụ và nhà xưởng. Điều này khiến cho lượng khí Clo tự do phát sinh ra môi trường lao động thường không được kiểm soát. Việc kiểm soát nồng độ khí Clo phát sinh trong quá trình sản xuất ở các nhà máy chế biến thủy sản hầu như chưa được quan tâm và thực hiện đúng theo quy định.

Như vậy, người lao động tại các cơ sở chế biến thủy sản ngoài phải đối mặt với áp lực tăng ca liên tục còn phải làm việc trong môi trường

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 1. Nồng độ Chlorine sử dụng tại các công đoạn khử trùng

Các công đoạn vệ sinh, khử trùng	Nồng độ dung dịch chlorine sử dụng (ppm)
Nước rửa ủng	100-200
Nước rửa tay	10 -50
Nước rửa dụng cụ (sọt đựng, bàn chế biến, bàn soi, băng tải, máy cưa, dụng cụ...)	100-200
Nước vệ sinh nền, tường	100-200
Nước rửa bán thành phẩm	10-50

chứa đựng nhiều yếu tố bất lợi do quy trình sản xuất, đặc thù lao động, gánh nặng và căng thẳng lao động. Môi trường lao động ngoài điều kiện vi khí hậu không thuận lợi như độ ẩm lớn, nhiệt độ thấp và kém thông thoáng do tốc độ lưu thông không khí thấp, người lao động còn tiếp xúc với các hóa chất độc hại thoát ra từ dung dịch sát trùng (Chlorine), trong đó nguy cơ phơi nhiễm với khí Clo là rất lớn.

Theo Cơ quan Quản lý An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp Hoa Kỳ (OSHA), Viện Quốc gia về An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp Hoa Kỳ (NIOSH) và Hội nghị của các chuyên gia về vệ sinh công nghiệp của chính phủ Hoa Kỳ (ACGIH); Giới hạn tiếp xúc cho phép và giới hạn phơi nhiễm khuyến nghị với khí Clo đều ở mức 1ppm ($2,9\text{mg}/\text{m}^3$) trong 15 phút (STEL) và 0,5ppm ($1,45\text{mg}/\text{m}^3$) tiếp xúc trong 8 giờ [1]. Tại Việt Nam QCVN 03:2019/BYT của Bộ Y tế quy định mức giới hạn Clo trung bình 8 giờ trong không khí vùng làm việc là $1,5\text{mg}/\text{m}^3$ và từng lần tối đa là $3\text{mg}/\text{m}^3$. Theo phân loại độc tính của Clo [2] về các mức tiếp xúc thì công nhân chế biến thủy sản chỉ phơi nhiễm với Clo ở nồng độ thấp và chịu những ảnh hưởng về sức khỏe của tiếp xúc mạn tính. Tuy nhiên, việc tiếp xúc



Hình 1. Dụng cụ và nơi pha chế dung dịch khử trùng chlorine ở 1 cơ sở chế biến thủy sản khảo sát

thường xuyên với nồng độ khí Clo ở mức vượt tiêu chuẩn cho phép trong điều kiện các giải pháp cải thiện điều kiện lao động ở các cơ sở chế biến thủy sản vẫn chưa thật sự hiệu quả sẽ gây những ảnh hưởng không tốt đến sức khỏe của người lao động.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng nghiên cứu

Mẫu khí Clo cá nhân của 501 người lao động thuộc hai nhóm tiếp xúc và nhóm đối chứng của 4 cơ sở chế biến thủy sản khu vực miền Trung.

Nhóm tiếp xúc gồm các bộ phận: tiếp nhận nguyên liệu, sơ chế, tinh chế (tinh chế, cân, xếp khuôn, bao gói), vệ sinh, pha chế và KCS.

Nhóm đối chứng gồm các bộ phận: Văn phòng, nhà bếp, cơ điện, cấp đông.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp mô tả cắt ngang.

- Phương pháp Khảo sát, đo đạc lấy mẫu và phân tích mẫu khí Clo trong không khí: Theo thường quy kỹ thuật Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường tập 1.

- Phương pháp đánh giá độ phơi nhiễm:

Độ phơi nhiễm trung bình cho một người trong một khoảng thời gian làm việc là 8 giờ, được xác định bằng cách lấy một hoặc nhiều hơn mẫu trong quá trình làm việc:

$$TLV - TWA_8 = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_N T_N}{8}$$

TLV – TWA₈: độ phơi nhiễm trung bình của một người trong 8 giờ làm việc

C: Nồng độ khí Clo

T: Thời gian tiếp xúc

- Tiêu chuẩn đánh giá:

Bảng 2. Tiêu chuẩn đánh giá

Tiêu chuẩn	STEL (mg/m ³)	8 giờ (mg/m ³)
QCVN 03:2019/BYT	3	1,5
OSHA, NIOSH, ACGIH	2,9	1,45

- Phương pháp xử lý số liệu: Nhập và xử lý số liệu theo phần mềm Excel, rút ra các thông số: Trung bình cộng, độ lệch chuẩn, min, max, khoảng tin cậy (95%), số lượng mẫu >1,5, số lượng mẫu >1,45 và giá trị t test để đánh giá.

- Phương pháp điều tra xã hội học: Thông qua các phiếu điều tra để khảo sát, thu thập các số liệu về thời gian tiếp xúc, tần suất tiếp xúc và thời gian ca làm việc của người lao động.

2.3. Kỹ thuật thực hiện

- Kỹ thuật lấy mẫu khí Clo: Lấy mẫu cá nhân.

- Kỹ thuật xác định Clo trong không khí bằng phương pháp so màu theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4877-89: Không khí vùng làm việc phương pháp xác định Clo.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Thời gian, tần suất và phương thức tiếp xúc với khí Clo của người lao động tại các cơ sở chế biến thủy sản

3.1.1. Phương thức tiếp xúc

Ở nhóm tiếp xúc, chủ yếu người lao động sẽ tiếp xúc với chất khử trùng chlorine dạng dung dịch lúc vệ sinh cá nhân hoặc khi rửa bán thành phẩm. Chỉ có người lao động ở bộ phận pha chế có thể tiếp xúc với chất khử trùng chlorine dạng bột hoặc dạng dung dịch trong quá trình pha chế. Ở nhóm đối chứng, chỉ rất ít người có thể tiếp xúc với khí clo khi họ có việc phải đi vào trong xưởng. Khí clo được giải phóng ra từ dung dịch chất khử trùng và tồn tại trong không khí môi trường làm việc, người lao động sẽ tiếp xúc trực tiếp qua đường hô hấp (hít thở qua đường mũi hoặc đường miệng).

3.1.2. Thời gian và tần suất tiếp xúc

Thời gian và tần suất tiếp xúc với khí Clo của người lao động ngoài được đánh giá thông qua thời gian tiếp xúc trực tiếp với chất khử trùng chlorine, còn phải tính thêm thời gian người lao động làm việc trong môi trường có chứa khí Clo (thường là 8 giờ - thời gian người lao động làm việc tại các phân xưởng).

Kết quả khảo sát (Bảng 3) ở nhóm tiếp xúc cho thấy bộ phận pha chế là bộ phận có thời gian tiếp xúc với khí Clo thông qua thời gian tiếp xúc với chất khử trùng lớn nhất, trung bình 800 giây và tần suất tiếp xúc trung bình chỉ 2,3 lần/ca. Đây là bộ phận thực hiện các công việc pha chế các dung dịch khử trùng chlorine từ chất khử trùng gốc có dạng nước hoặc dạng bột ở nồng độ rất cao (nồng độ Clo khoảng 70%) thành các dung dịch có nồng độ nhỏ hơn để phục vụ công tác vệ sinh khử trùng ở các phân xưởng sản xuất. Các bộ phận tiếp theo với các yêu cầu cực kỳ nghiêm ngặt trong vấn đề khử trùng nữa là sơ chế và tinh chế có thời gian tiếp xúc trung bình lần lượt là 312,5 giây và 265 giây với tần suất tiếp xúc trung bình lần lượt là 31,25 và 26,5 lần/ca. Ở đa số các công ty việc pha chế

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 3. Thời gian tiếp xúc với chất khử trùng của hai nhóm nghiên cứu

Tên nhóm	Bộ phận	Tổng thời gian tiếp xúc trực tiếp với chất khử trùng chlorine (giây/ca)	Tần suất tiếp xúc trực tiếp với chất khử trùng chlorine (lần/ca)	Thời gian ca làm việc có tiếp xúc với khí Clo (giờ/ca)
Nhóm tiếp xúc	Tiếp nhận nguyên liệu	120	12	8
	Sơ chế	321,5	31,25	8
	Tinh chế	265	26,5	8
	KCS	155	15,5	8
	Vệ sinh	212,5	15,5	8
	Pha chế	800	2,3	8
Nhóm đối chứng	Cấp đông	45	4,5	8
	Cơ điện, nhà bếp, văn phòng	-	-	-

dung dịch khử trùng được người lao động thực hiện ngay trong các phân xưởng sản xuất (khu vực mà họ phụ trách).

Trong nhóm đối chứng, chỉ có bộ phận cấp đông (hầm đông và hầm bảo quản) là người lao động có tiếp xúc với khí Clo khi thực hiện công tác vệ sinh cá nhân như tay, ủng với thời gian tiếp xúc trung bình của cả 4 cơ sở là 45 giây và tần suất tiếp xúc là 4,5 lần/ca. Các bộ phận còn lại như Cơ điện, nhà bếp, văn phòng do tính chất và vị trí làm việc cách xa xưởng sản xuất nên họ sẽ không hoặc rất ít khi tiếp xúc với khí Clo.

3.2. Đánh giá nồng độ phơi nhiễm với khí Clo của người lao động tại các cơ sở chế biến thủy sản

Kết quả nghiên cứu được thực hiện tại 4 cơ sở chế biến thủy sản sản xuất các loại sản phẩm khác nhau, việc sử dụng và pha chế các loại và nồng độ chất khử trùng trong quá trình sản xuất cũng tương đối khác nhau. Ngoài ra, việc sử dụng chất khử trùng chlorine cũng có sự khác nhau giữa các bộ phận trong nhóm tiếp xúc hoặc nhóm không tiếp xúc của trong cùng một nhà

máy, chính vì vậy độ phân tán của các mẫu trong mỗi nhóm cho kết quả lớn.

Kết quả khảo sát (Bảng 4) cho thấy số lượng mẫu khí Clo cá nhân vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 03:2019/BYT của nhóm tiếp xúc là 25/401 mẫu chiếm tỷ lệ 6,23%. Số lượng mẫu khí Clo vượt tiêu chuẩn cho phép theo OSHA, NIOSH và ACGIH là 30/401 mẫu chiếm tỷ lệ 7,48%. Nồng độ phơi nhiễm khí Clo ở người lao động ở nhóm đối chứng ở các cơ sở chế biến thủy sản khảo sát tương đối thấp. Không có mẫu cá nhân nào vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 03:2019/BYT và theo tiêu chuẩn cho phép của thế giới.

So sánh kết quả phơi nhiễm giữa hai nhóm cho ta thấy nhóm tiếp xúc có kết quả phơi nhiễm nồng độ Clo trung bình trong không khí là 0,640mg/m³ lớn hơn gấp 8,5 lần so với nhóm đối chứng (0,075 mg/m³). Sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$, $t = 1,964$).

Các bộ phận trong nhóm tiếp xúc mà người lao động có nồng độ phơi nhiễm khí Clo vượt tiêu chuẩn cho phép là Sơ chế, tinh chế và Pha chế (Bảng 5).

Kết quả nghiên cứu KHCVN

Sơ chế là bộ phận có nồng độ phơi nhiễm trung bình khí Clo ở người lao động là lớn nhất trong cả ba nhóm trên, nồng độ phơi nhiễm trung bình là 1,124 mg/m³. Đây cũng là bộ phận có số lượng mẫu khí Clo cá nhân vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 03:2019/BYT là 19/124 mẫu chiếm tỷ lệ 15,32%. Số lượng mẫu khí Clo vượt tiêu chuẩn cho

phép theo tiêu chuẩn thế giới là 22/124 mẫu chiếm tỷ lệ 17,74%. Pha chế và tinh chế cũng là những bộ phận có mẫu khí Clo cá nhân vượt các tiêu chuẩn cho phép lần lượt là 4/200 và 2/7 mẫu. Đây là ba bộ phận có thời gian tiếp xúc, tần suất tiếp xúc và nồng độ phơi nhiễm khí Clo lớn nhất trong tất cả các bộ phận sản xuất mà đề tài đã khảo sát.

Bảng 4. Nồng độ phơi nhiễm khí Clo của người lao động ở hai nhóm nghiên cứu

Tên nhóm	Tiếp xúc	Đối chứng
Số lượng mẫu	401	100
Trung bình	0,640	0,075
Độ lệch chuẩn	0,523	0,078
Min	0,02	0,02
Max	1,91	0,305
Khoảng tin cậy (95%)	0,05	0,01
SL mẫu vượt TCCP VN (>1,5mg/m ³)	25	0
SL mẫu vượt TCCP Thế giới (>1,45mg/m ³)	30	0

Ghi chú: Với các kết quả đo < 0,02mg/m³ (giới hạn phát hiện của phép đo) thì lấy giá trị 0,02 mg/m³ để tính toán

Bảng 5. Nồng độ phơi nhiễm khí Clo của người lao động ở các bộ phận của nhóm tiếp xúc

Tên bộ phận	Sơ chế	Tinh chế	Pha chế
Số lượng mẫu	124	200	7
Trung bình	1,124	0,481	0,734
Độ lệch chuẩn	0,515	0,345	0,726
Min	0,02	0,02	0,109
Max	1,91	1,82	1,62
Khoảng tin cậy (95%)	0,09	0,04	0,67
SL mẫu vượt TCCP VN (>1,5mg/m ³)	19	4	2
SL mẫu vượt TCCP Thế giới (>1,45mg/m ³)	24	4	2

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy phơi nhiễm khí Clo ở người lao động ở hai nhóm tiếp xúc và đối chứng ở các cơ sở chế biến thủy sản khảo sát cho thấy:

- Đường phơi nhiễm: Người lao động ở nhóm tiếp xúc và nhóm đối chứng có tiếp xúc với khí Clo đều phơi nhiễm qua đường hô hấp (hít thở).

- Thời gian và tần suất phơi nhiễm:

Nhóm tiếp xúc: Bộ phận pha chế có thời gian phơi nhiễm với khí Clo ở nồng độ cao (70%, 10.000ppm...) với thời gian nhiều nhất 10-15 phút/ca nhưng tần suất tiếp xúc ít, chỉ khoảng 1-3 lần/ca. Nhóm đối chứng có thời gian tiếp xúc với khí Clo ở mức độ thấp chỉ khoảng 45 giây/ca và tần suất tiếp xúc cũng rất ít. Một số bộ phận còn lại của các cơ sở đa số người lao động rất ít khi phải tiếp xúc với khí Clo.

- Nồng độ phơi nhiễm:

Nhóm tiếp xúc có kết quả phơi nhiễm nồng độ Clo trung bình trong không khí lớn hơn gấp 8,5 lần so với nhóm đối chứng. 25/401 mẫu đo vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 03:2019/BYT và 30/401 mẫu đo vượt tiêu chuẩn cho phép của OSHA, NIOSH và ACGIH. Sơ chế là bộ phận có nồng độ phơi nhiễm trung bình khí Clo ở người lao động là lớn nhất, nồng độ trung bình là 1,124mg/m³.

Nhóm đối chứng: Nồng độ phơi nhiễm khí Clo ở người lao động ở nhóm này tương đối thấp, kết quả đo đặc trưng trung bình đều <0,15mg/m³. Không có mẫu cá nhân nào vượt tiêu chuẩn cho phép theo tiêu chuẩn Việt Nam và thế giới.

4.2. Kiến nghị

Số lượng người phơi nhiễm khí Clo ở người lao động tại các cơ sở chế biến thủy sản tuy chưa lớn, chỉ chiếm tỷ lệ khoảng 6-7%. Song

việc phơi nhiễm trong thời gian dài cũng sẽ gây ra những ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của người lao động. Chính vì vậy, các cơ sở chế biến thủy sản nên thực hiện một số giải pháp như sau:

- Cần xây dựng các quy trình thao tác chuẩn (SOP) về việc sử dụng, pha chế các dung dịch khử trùng và bắt buộc người lao động phải tuân thủ và thực hiện đúng quy trình.

- Cải thiện hệ thống thông gió trong các phân xưởng sản xuất, nhất là ở các bộ phận pha chế, bộ phận vệ sinh ủng, tay trước mỗi phân xưởng và trong các phân xưởng chế biến.

- Tổ chức khám sức khỏe định kỳ và khám phát hiện bệnh nghề nghiệp cho người lao động nhằm sớm phát hiện các bệnh mãn tính và bệnh nghề nghiệp do phơi nhiễm hơi khí độc gây ra cho người lao động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. NIOSH, "NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)- Chlorine 6011", Issue 2, 15 August 1994, Fourth Edition.
- [2]. Gerald F O'Malley, DO, "Chlorine Toxicity", <http://misc.medscape.com/pi/iphone/medscapeapp/html/A832336-business.html>
- [3]. "Chlorine 7782-50-5", EPA- United States Environmental Protection Agency.
- [4]. "Benefits and Risks of the Use of Chlorine-containing Disinfectants in Food Production and Food Processing", Report of a Joint FAO/WHO Expert Meeting, USA, 27-30 May 2008.
- [5]. Trang Sĩ Trung, Nguyễn Văn Minh, Huỳnh Long Quân, "Phát triển ngành bảo quản, chế biến thủy sản vùng duyên hải miền Trung", Phát triển kinh tế - xã hội Đà Nẵng, Trang 31-36.
- [6]. "Tổng quan ngành thủy sản Việt Nam", <http://vasep.com.vn/1192/OneContent/tong-quan-nganh.htm>.

MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆU QUẢ KHỬ MẶN NƯỚC BIỂN BẰNG QUÁ TRÌNH MÀNG CHƯNG CẤT

TS. Lê Thanh Sơn, TS. Nguyễn Trần Điện, Nguyễn Trần Dũng, Trần Thu Hương,
Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

I. MỞ ĐẦU

O Việt Nam, nhu cầu dùng nước ngọt trong quá trình phát triển kinh tế xã hội đang tăng mạnh. Nếu đối chiếu với tiêu chuẩn thiếu nước của Tổ chức Khí tượng thế giới và của UNESCO, hiện nay nhiều vùng ở Việt Nam thiếu nước ở mức từ trung bình đến gay gắt, đặc biệt trong các tháng mùa khô. Trong số các giải pháp cung cấp nước ngọt, khử mặn nước biển là một giải pháp đầy hứa hẹn có thể được áp dụng để giải quyết vấn đề khan hiếm nước ngọt và nước sạch ở Việt Nam, đặc biệt là ở các vùng hải đảo và vùng sâu vùng xa. Thực chất khử mặn là quá trình thu hồi nước ngọt từ các nguồn nước mặn (nước biển hoặc nước lợ) sử dụng các dạng năng lượng khác nhau. Gần đây, việc áp dụng các kỹ thuật chưng cất màng để khử mặn đang thu hút sự chú ý của nhiều nhà khoa học vì tính đơn giản, dễ vận hành và tiết kiệm năng lượng. Nó là sự kết hợp giữa chưng cất nhiệt truyền thống và tách màng, sử dụng màng vi lọc kỵ nước, nghĩa là chỉ có hơi nước thoát ra và muối hòa tan trong nước và các hợp chất khác sẽ được giữ lại trên bề mặt màng [1]. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai mặt của màng tạo ra độ dốc áp suất hơi - động lực truyền khối (hơi nước di chuyển qua bộ lọc). Màng chưng cất có thể hoạt động trong bốn cấu hình cơ bản: chưng cất màng tiếp xúc trực tiếp (DCMD – Direct Contact Membrane Distillation); chưng cất màng cuốn khí (SGMD – Sweeping Gap Membrane Distillation); chưng cất màng chân không (VMD – Vacuum Membrane Distillation) và chưng cất màng đệm khí (AGMD

– Air Gap Membrane Distillation) [2]. Do động lực của quá trình là chênh lệch nhiệt độ giữa dòng cấp và dòng thấm qua màng nên nhiệt độ dòng cấp là một trong những yếu tố ảnh hưởng mạnh mẽ đến động lực truyền khối và từ đó ảnh hưởng rất mạnh đến hiệu quả của quá trình khử mặn. Đối với cấu hình chưng cất màng đệm khí, độ dày ngăn khí cũng là một yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất khử mặn.

Do đó, trong bài báo này chúng tôi nghiên cứu, đánh giá một số yếu tố vận hành như nhiệt độ dòng cấp, độ dày ngăn khí ảnh hưởng hiệu quả khử mặn của modun màng chưng cất đệm khí (AGMD).

II. THỰC NGHIỆM

2.1. Giới thiệu về modun AGMD

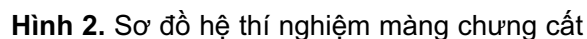
Cấu hình AGMD có khoang thấm chứa không khí như là một lớp đệm ngăn cách giữa màng và bề mặt ngưng tụ đặt bên trong module màng (Hình 1). AGMD có sự khác biệt về nhiệt độ của dung dịch cấp và bề mặt lạnh dẫn đến sự chênh lệch áp suất hơi nước bão hòa trên bề mặt kỵ nước của màng và bề mặt ngưng tụ. Điều này gây ra quá trình chuyển khối của hơi nước qua các lỗ của màng, khuếch tán đến bề mặt lạnh để ngưng tụ trong module màng nhờ hiện tượng đối lưu tự nhiên.

Trong cấu hình AGMD, nhờ có lớp đệm không khí được đặt bên trong module màng làm giảm đáng kể sự mất nhiệt do truyền nhiệt qua màng của dòng dung dịch cấp làm tăng hiệu



của tấm màng PE là 8cm x 12cm. Các miếng đệm có tác dụng bịt kín và tạo không gian. Lưới nhựa trong buồng thẩm duy trì chiều rộng của không gian và cho phép nước bay hơi ngưng tụ dễ dàng.

Sơ đồ hệ thí nghiệm màng chưng cất được mô tả trong Hình 2: Khuôn bằng thủy tinh hữu cơ, kích thước 15cm x 20cm, được khắc để tạo thành một rãnh nông có chiều sâu x chiều rộng x chiều dài là 1cm x 8cm và 12cm để đặt màng và miếng đệm, lưới, tấm ngưng tụ. Thí nghiệm sử dụng màng PE mật độ thấp (phòng thí nghiệm của Khoa Khoa học và Kỹ thuật Thông tin, Đại học Wollongong, Úc) với độ xốp, chiều rộng và kích thước lỗ trung bình của màng PE tương ứng là 85%, 76µm và 0,3µm. Kích thước



Nước đầu vào là nước muối (tự pha nồng độ 15g/l) được đun nóng đến nhiệt độ mong muốn nhờ bộ phận gia nhiệt có kiểm soát, sau đó nhờ bơm đẩy qua modul màng. Trong pha lạnh, nước cất được giữ ở 25°C và luân chuyển liên tục để giúp hơi nước ngưng tụ nhanh chóng.

2.3. Thiết kế thí nghiệm

a) Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ dòng vào tới hiệu quả xử lý khử mặn của hệ:

- Tiến hành quá trình chưng cất màng dung dịch muối ăn nồng độ NaCl 35g/l, lưu lượng dòng vào 1l/phút, nhiệt độ của dòng vào được thay đổi từ 40°C tới 80°C.

- Với mỗi chế độ, đo thể tích nước cất thu được bên khoang lạnh, từ đó tính thông lượng nước đã được khử mặn hay tỷ lệ thu hồi nước ngọt REC (được định nghĩa là tỷ lệ giữa lưu lượng nước đầu ra đã được khử mặn và lưu lượng nước biển đi vào hệ chưng cất màng).

- Từ kết quả thu được, phân tích lựa chọn nhiệt độ dòng vào phù hợp.

b) Nghiên cứu ảnh hưởng độ dày ngăn khí tới hiệu quả xử lý khử mặn của hệ:

- Tiến hành quá trình chưng cất màng dung dịch muối ăn nồng độ ở các nồng độ NaCl 35mg/l, các giá trị nhiệt độ dòng vào và lưu lượng dòng vào là các giá trị tối ưu tìm được ở thí nghiệm trên, độ dày ngăn khí được thay đổi theo các giá trị 5mm, 9mm, 13mm để đánh giá hiệu quả xử lý của hệ màng.

- Với mỗi chế độ, đo thể tích nước cất thu được bên khoang lạnh, từ đó tính thông lượng nước ngọt.

- Từ kết quả thu được, phân tích lựa chọn độ dày ngăn khí phù hợp.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ dòng cấp

Để nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ dòng cấp đến hiệu quả quá trình khử mặn, tiến hành quá trình chưng cất bằng cấu hình AGMD với độ dày ngăn khí là 5mm, dung dịch muối ăn nồng

độ NaCl 35g/l với lưu lượng dòng cấp ở mức 1l/phút, nhiệt độ dòng mát luôn duy trì ở mức 20°C, lưu lượng dòng mát duy trì ở mức 0,3l/phút, độ rộng ngăn khí là 5mm, nhiệt độ của dòng cấp được thay đổi từ 40°C tới 80°C.

Thông lượng dòng thấm (hay thông lượng nước cất thu được) là đại lượng được quan tâm. Đại lượng này được định nghĩa bởi công thức sau:

$$J = \frac{V_{Dis}}{S_m \cdot t} \quad (1)$$

Trong đó J : thông lượng dòng thấm (l/m².h);

V_{Dis} : Thể tích nước cất nhận được sau khoảng thời gian t (l);

S_m : diện tích màng (m²);

t : thời gian chưng cất (h).

Kết quả đo thể tích và thông lượng nước cất thu được được thể hiện trong Bảng 1 cho thấy nhiệt độ dòng cấp ảnh hưởng mạnh đến thông lượng dòng thấm: khi nhiệt độ tăng từ 40°C lên 80°C, thông lượng dòng thấm tăng gấp 2 lần, từ 2,08l/m².h lên 4,16l/m².h. Điều này có thể được

Bảng 1. Kết quả phân tích chất lượng nước đầu vào và ra của hệ MD

Nhiệt độ pha nóng (°C)	Lưu lượng dòng cấp (l/phút)	Nhiệt độ pha lạnh (°C)	Lưu lượng dòng mát (l/phút)	Thể tích nước thu được (ml)	Thông lượng nước cất (l/m ² .h)
40	1	20	0,3	59,85	2,08
45	1	20	0,3	67,43	2,34
50	1	20	0,3	82,50	2,86
55	1	20	0,3	88,98	3,09
60	1	20	0,3	97,50	3,39
65	1	20	0,3	103,34	3,59
70	1	20	0,3	110,92	3,85
75	1	20	0,3	114,11	3,96
80	1	20	0,3	119,70	4,16

giải thích như sau: khi tăng nhiệt độ dòng cấp sẽ làm tăng áp suất của hơi nước tại bề mặt pha lỏng-hơi tại các miệng lỗ màng bên khoang cấp, dẫn đến làm tăng tốc độ truyền hơi nước qua các lỗ màng, do đó làm tăng hiệu suất cất nước. Biểu diễn mối quan hệ giữa nhiệt độ dòng cấp và thông lượng dòng thấm bằng đồ thị (Hình 3), kết quả cho thấy thông lượng dòng thấm quan hệ với nhiệt độ theo hàm số mũ. Điều này phù hợp với lý thuyết về quá trình AGMD.

Thật vậy, thông lượng dòng thấm qua màng tỷ lệ với chênh lệch áp suất hơi nước ở 2 bên màng theo phương trình:

$$J = K_m \Delta P \quad (2)$$

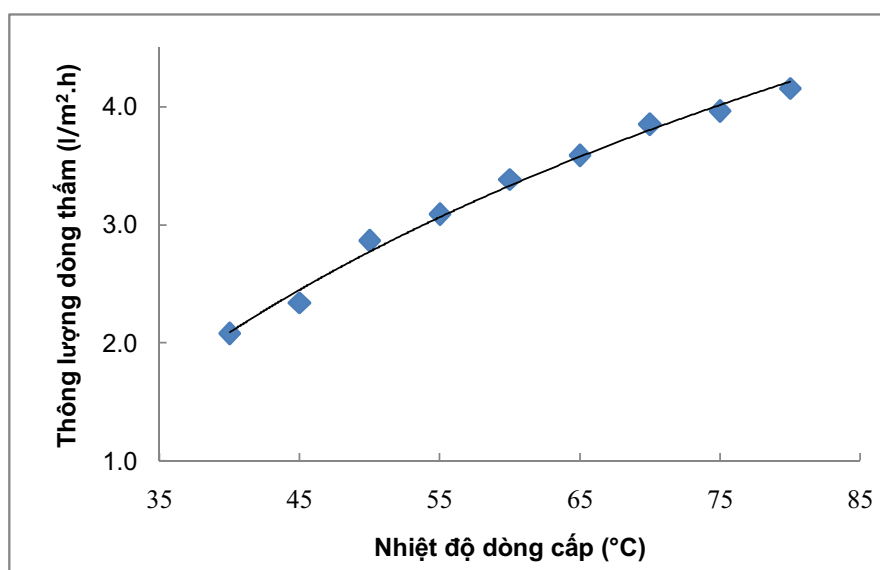
Trong đó K_m là hệ số chuyển khối qua màng ($l/Pa.m^2.h$) và ΔP là chênh lệch áp suất hơi nước trên bề mặt màng giữa dòng cấp và dòng ngưng tụ (Pa). K_m phụ thuộc vào tính chất của màng, độ dày ngăn khí, điều kiện vận hành, trong đó có nhiệt độ dòng cấp và dòng mát, tỷ lệ dòng hồi lưu,... Theo phương trình Antoine, áp suất hơi nước ở nhiệt độ $T(K)$ tỷ lệ với nhiệt độ theo hàm số mũ:

$$P = \chi_w(1 - 0,5\chi_s - 10\chi_s^2)e^{\left(23,1964 - \frac{3816,44}{T-46,13}\right)} \quad (3)$$

Trong đó χ_w là nồng độ phần mol của nước, χ_s là nồng độ phần mol của muối.

Từ phương trình (2) và (3) cho thấy lưu lượng dòng thấm tỷ lệ với nhiệt độ theo hàm số mũ. Kết quả thu được ở đây phù hợp với những báo cáo trong các nghiên cứu trước đây sử dụng AGMD và các cấu hình MD khác [3], [5]. Sự tăng trưởng của thông lượng dòng thấm theo hàm số mũ với nhiệt độ nhấn mạnh rằng sự chênh lệch nhiệt độ là động lực của quá trình phân tách AGMD.

Tăng nhiệt độ dòng cấp làm tăng hiệu suất quá trình cất, tuy nhiên cũng làm tăng hiệu ứng phân cực nhiệt độ và phân cực nồng độ. Thực vậy, AGMD là một quá trình phân tách không đẳng nhiệt, trong đó nhiệt được lấy đi tại các bề mặt phân chia pha lỏng – hơi trong dòng cấp và dòng thấm ở 2 bên phía màng. Kết quả là nhiệt độ tại các bề mặt phân chia pha lỏng – hơi khác với nhiệt độ của dòng cấp và dòng thấm, dẫn đến sự hình thành các lớp ranh giới nhiệt ở 2 phía của màng. Hiện tượng này gọi là phân cực nhiệt độ, làm giảm động lực truyền nhiệt của quá



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hiệu suất cất nước của hệ AGMD

trình AGMD. Hiện tượng này gây ra những tác động tiêu cực khi nồng độ muối và nhiệt độ trong dòng cấp càng lớn, lưu lượng dòng cấp và dòng thấm càng thấp. Ngoài ra trong ứng dụng thực tế, việc tăng nhiệt độ dòng cấp sẽ dẫn đến nhiều vấn đề khác đi kèm như là tiêu tốn năng lượng, tăng chi phí chế tạo, vận hành và hoạt động, có thể làm tăng khả năng kết tủa của một số muối có độ tan thấp ở nhiệt độ cao [6]. Do vậy, nhiệt độ dòng cấp chỉ nên duy trì ở khoảng 60 – 70°C. Với nhiệt độ dòng cấp như vậy thì rất phù hợp với nguồn nhiệt tái tạo (năng lượng mặt trời). Do đó, trong các thí nghiệm tiếp theo, nhiệt độ dòng cấp được duy trì ở mức 60°C.

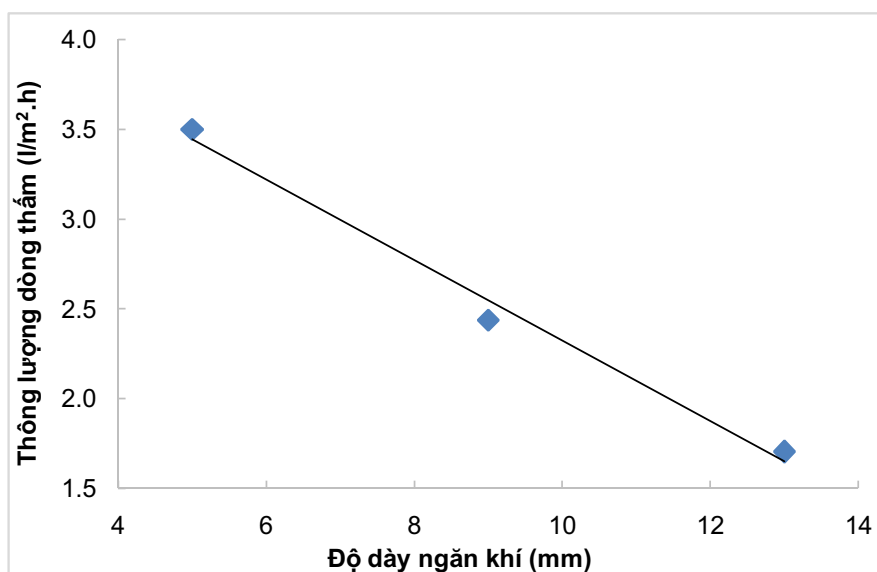
3.2. Ảnh hưởng của độ dày ngăn khí

Để nghiên cứu ảnh hưởng của độ dày ngăn khí, tiến hành quá trình chưng cất dung dịch muối ăn nồng độ 35g/l bằng modun AGMD với lưu lượng dòng cấp được duy trì ở mức 1l/phút, nhiệt độ dòng cấp duy trì ở mức 60°C, lưu lượng dòng mát duy trì ở mức 0,3l/phút, nhiệt độ dòng mát luôn duy trì ở mức 20°C, độ dày ngăn khí thay đổi với 3 độ dày ngăn khí lần lượt là: 5mm, 9mm và 13mm. Kết quả thu được được thể hiện trên Bảng 2 và Hình 4.

Kết quả thu được cho thấy thông lượng nước cất thu được phụ thuộc rất nhiều vào độ dày

Bảng 2. Ảnh hưởng của độ dày ngăn khí tới khả năng chưng cất dung dịch NaCl 35g/l bằng hệ AGMD

Độ dày ngăn khí (mm)	Nhiệt độ pha nóng (°C)	Lưu lượng dòng cấp (l/phút)	Nhiệt độ pha lạnh (°C)	Lưu lượng dòng mát (l/phút)	Thể tích nước thu được (ml)	Thông lượng nước cất (l/m ² .h)
5	60	1	20	0,3	100,8	3,50
9	60	1	20	0,3	70,2	2,44
13	60	1	20	0,3	49,1	1,70



Hình 4. Ảnh hưởng của độ dày ngăn khí tới hiệu quả chưng cất của hệ AGMD

ngăn khí: khi độ dày ngăn khí tăng lên thì thông lượng nước cất thu được từ hệ AGMD giảm. Điều này có thể được giải thích là độ dày ngăn khí có ảnh hưởng trực tiếp tới sự chuyển khối và truyền nhiệt: Thực vậy, khi tăng độ dày ngăn khí, đồng nghĩa với việc trở lực của quá trình chuyển khối (các phân tử nước di chuyển từ bề mặt màng xuyên qua lớp đệm không khí tới khoang thấm) tăng, làm giảm tốc độ truyền khối, do đó thông lượng dòng thấm giảm [6]. Cũng theo một số nghiên cứu, thông lượng dòng thấm tỷ lệ tuyến tính với độ dày ngăn khí [7], và trong nghiên cứu này, kết quả thu được cũng cho thấy xu thế quan hệ tương đối tuyến tính giữa thông lượng nước cất và độ dày ngăn khí. Như vậy, để tăng thông lượng nước cất thu được, nên giảm độ dày ngăn khí trong cấu hình AGMD. Tuy nhiên, nếu độ dày ngăn khí quá nhỏ có thể tạo điều kiện cho quá trình truyền nhiệt từ dòng cấp sang dòng lạnh, làm giảm nhiệt độ dòng cấp, dẫn đến làm giảm áp suất thẩm thấu qua màng, và do đó gián tiếp làm giảm thông lượng nước cất [6]. Do đó, trong các modul màng chưng cất, độ dày ngăn khí nên để ở mức 5mm.

IV. KẾT LUẬN

Cấu hình AGMD có khoang thấm chứa không khí như là một lớp đệm ngăn cách giữa màng và bề mặt ngưng tụ đặt bên trong module màng, do đó độ dày ngăn khí là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả khử mặn của modul màng chưng cất. Kết quả thực nghiệm cho thấy độ dày ngăn khí càng nhỏ, hiệu suất khử mặn càng cao. Tuy nhiên, nếu độ dày ngăn khí quá nhỏ sẽ làm giảm thông lượng nước cất thu được. Do động lực của quá trình màng chưng cất là chênh lệch nhiệt độ giữa dòng cấp và dòng thấm qua màng nên nhiệt độ dòng cấp ảnh hưởng rất mạnh đến hiệu quả của quá trình khử mặn. Kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ dòng cấp càng cao, hiệu quả khử mặn càng lớn, nhưng đồng thời cũng tiêu tốn nhiều điện năng. Vì vậy, điều kiện tối ưu cho quá trình khử mặn bằng modul màng chưng cất AGMD là nhiệt độ dòng cấp 60°C, độ dày ngăn khí 5mm.

LỜI CẢM ƠN

Công trình này được ủng hộ bởi đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở chọn lọc của Viện Công nghệ môi trường 'Nghiên cứu sử dụng công nghệ màng lọc chưng cất để khử mặn nước biển và đánh giá khả năng ứng dụng ở Việt Nam'.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alkudhri A., Darwish N. and Hilal N. (2012). "Membrane distillation: A comprehensive review". Desalination 287, 2-18.
2. Sơn L.T., Linh Đ.T., Dũng N.T., Hương T.T. (2019). "Các công nghệ khử mặn nước biển – Nghiên cứu thử nghiệm quá trình màng chưng cất". Tạp chí Hoạt động KHCN ATSK & MTLĐ; số 4,5&6/2019, 19-26.
3. Alsaadi, A. S., Francis, L., Maab, H., Amy, G. L., & Ghaffour, N. (2015). "Evaluation of air gap membrane distillation process running under sub-atmospheric conditions: experimental and simulation studies". Journal of Membrane Science, 489, 73-80.
4. Alsaadi, A. S., Ghaffour, N., Li, J. D., Gray, S., Francis, L., Maab, H., & Amy, G. L. (2013). "Modeling of air-gap membrane distillation process: A theoretical and experimental study". Journal of Membrane Science, 445, 53 – 65.
5. Azimi, G., Papangelakis, V. G., & Dutrizac, J. E. (2007). "Modelling of calcium sulphate solubility in concentrated multi-component sulphate solutions". Fluid Phase Equilibria, 260, 300–315.
6. Cui G., Ren S., Zhang L., Ren B., Zhuang Y., Li X., Han B., Zhang P. (2016). "Formation water evaporation induced salt precipitation and its effect on gas production in high temperature natural gas reservoirs". Petroleum Exploration and Development, 43 (5), 815-824.
7. Yang, X. H., Tian, R., Ma, S. J., & Lv, H. L. (2011). "Study on membrane fouling experiment of stacked AGMD module in low temperature". Advanced Materials Research, Trans Tech Publ., 396- 398.

ĐÁNH GIÁ ĐIỀU KIỆN LAO ĐỘNG TẠI MỘT SỐ CƠ SỞ CHẾ BIẾN GỖ KHU VỰC MIỀN TRUNG THEO PHƯƠNG PHÁP VNNIOSH-2017

Nguyễn Thế Lập¹, Nhan Hồng Quang²

1. Liên đoàn lao động tỉnh Quảng Trị,

2. Phân Viện Khoa học An toàn Vệ sinh lao động và Bảo vệ môi trường miền Trung

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả áp dụng phương pháp đánh giá điều kiện lao động (ĐKLĐ) VNNIOSH-2017, một phương pháp đánh giá tổng hợp do Viện Khoa học an toàn và Vệ sinh lao động đề xuất, ở một số cơ sở chế biến gỗ khu vực miền Trung. Kết quả đánh giá cho thấy điều kiện lao động của người lao động tại một số vị trí trong các cơ sở chế biến gỗ ở mức 5 và mức 6. Điều này cho thấy cần phải có các giải pháp can thiệp tương ứng kịp thời nhằm cải thiện ĐKLĐ cho người lao động.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành chế biến gỗ ở khu vực miền Trung hiện có khoảng 500 cơ sở lớn nhỏ với quy mô công nghệ, tính chất sở hữu khác nhau. Thành phố Đà Nẵng có khoảng 162 cơ sở, trong đó có một số cơ sở chế biến lâm sản xuất khẩu lớn như: Công ty Cổ phần Lâm sản xuất khẩu Đà Nẵng, Công ty Cổ phần Lâm Sản Việt Lang,... Ở Quảng Nam có khoảng 15 nhà máy chế biến gỗ, hàng trăm xưởng cưa, xưởng mộc gia dụng và ít nhất 5 doanh nghiệp lớn chuyên sản xuất đồ gỗ xuất khẩu. Một số cơ sở chế biến lâm sản xuất khẩu lớn như: Công ty Cổ phần Lâm sản xuất khẩu Quảng Nam, Công ty cổ phần Lâm sản Pisico Quảng Nam. Tỉnh Quảng Trị có khoảng 121 cơ sở chế biến gỗ, chiếm khoảng 45% trong tổng số doanh nghiệp ngành công nghiệp chế biến. Trong đó, nhiều doanh nghiệp (DN) đã có sự đầu tư lớn trong lĩnh vực chế biến các sản phẩm từ gỗ rừng trồng, đặc biệt là dự án đầu tư dây chuyền sản xuất gỗ MDF số 2 của Công ty cổ phần gỗ MDF VRG Quảng Trị với công suất

thiết kế là 120.000m³ sản phẩm/năm và công nghệ hiện đại đã nâng năng lực chế biến gỗ MDF của Quảng Trị lên 180.000m³ sản phẩm/năm. Toàn ngành chế biến gỗ đang thu hút được khoảng 300.000 lao động. Riêng vùng duyên hải miền Trung và Tây Nguyên có 80.000 lao động [1].

Điều kiện lao động là tổng hợp các yếu tố của môi trường lao động (MTLĐ) (như yếu tố vật lý, sinh học, hóa học, VKH, ồn, rung...) và các yếu tố liên quan đến quá trình lao động (như mức nặng nhọc, mức căng thẳng/cường độ của công việc). Đánh giá ĐKLĐ là cơ sở khoa học giúp các cơ sở sản xuất biết được cần phải đầu tư vào đâu và đầu tư các giải pháp kiểm soát nào để cải thiện tối đa ĐKLĐ tại cơ sở mình. Đồng thời, việc đánh giá, phân loại ĐKLĐ cũng giúp các cơ sở/ngành đưa ra các chế độ, chính sách đối với người lao động tại cơ sở/ngành mình phù hợp với chính sách chung của Nhà nước.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Ở Việt Nam, việc đánh giá điều kiện lao động vẫn được thực hiện theo Công văn số 2753/LĐTBXH-BHLĐ ngày 01/08/1995 của Bộ lao động Thương binh và Xã hội về hướng dẫn phương pháp xây dựng danh mục nghề, công việc nặng nhọc, độc hại, nguy hiểm và đặc biệt nặng nhọc, độc hại, nguy hiểm [4]. Phương pháp này dựa trên cơ sở phương pháp của Liên Xô cũ áp dụng cách đây gần 50 năm, hiện đã cũ và không còn phù hợp. Từ đó tới nay, Liên xô cũ và sau đó là LB Nga đã 2 lần thay đổi phương pháp đánh giá ĐKLĐ, một lần vào những năm 90 của thế kỷ trước và lần gần đây nhất là vào năm 2014. Trên cơ sở phương pháp mới của LB Nga năm 2014 và các tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành về vệ sinh lao động của Việt Nam, Viện khoa học ATVSLĐ đã đề xuất phương pháp đánh giá ĐKLĐ tổng hợp VNNIOSH-2017 [2], [3].

Điểm mới quan trọng nhất của phương pháp VNNIOSH-2017 là đánh giá ĐKLĐ theo nguyên lý đảm bảo an toàn sinh học, nghĩa là nhận mức đánh giá cao nhất trong số các thông số của ĐKLĐ làm mức đánh giá chung. Ngoài ra, để tính đến sự kích hoạt lẫn nhau tác động đến người lao động, phương pháp VNNIOSH-2017 không chi ly các quy luật tổng cộng tác động hay quy luật hàm mũ mà đưa ra hướng dẫn nâng cấp đánh giá cuối cùng theo số lượng đánh giá đồng mức và thứ tự mức độc hại, nguy hiểm cũng theo nguyên lý an toàn sinh học nêu trên – mức đánh giá cuối cùng sẽ là cao nhất, không lặp. Phương pháp VNNIOSH sẽ được trình bày chi tiết hơn ở mục 2.2.

Trong bài báo này, tác giả trình bày kết quả đánh giá tổng hợp ĐKLĐ tại một số cơ sở chế biến gỗ ở khu vực miền Trung theo phương pháp VNNIOSH-2017.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ

2.1 Đối tượng đánh giá

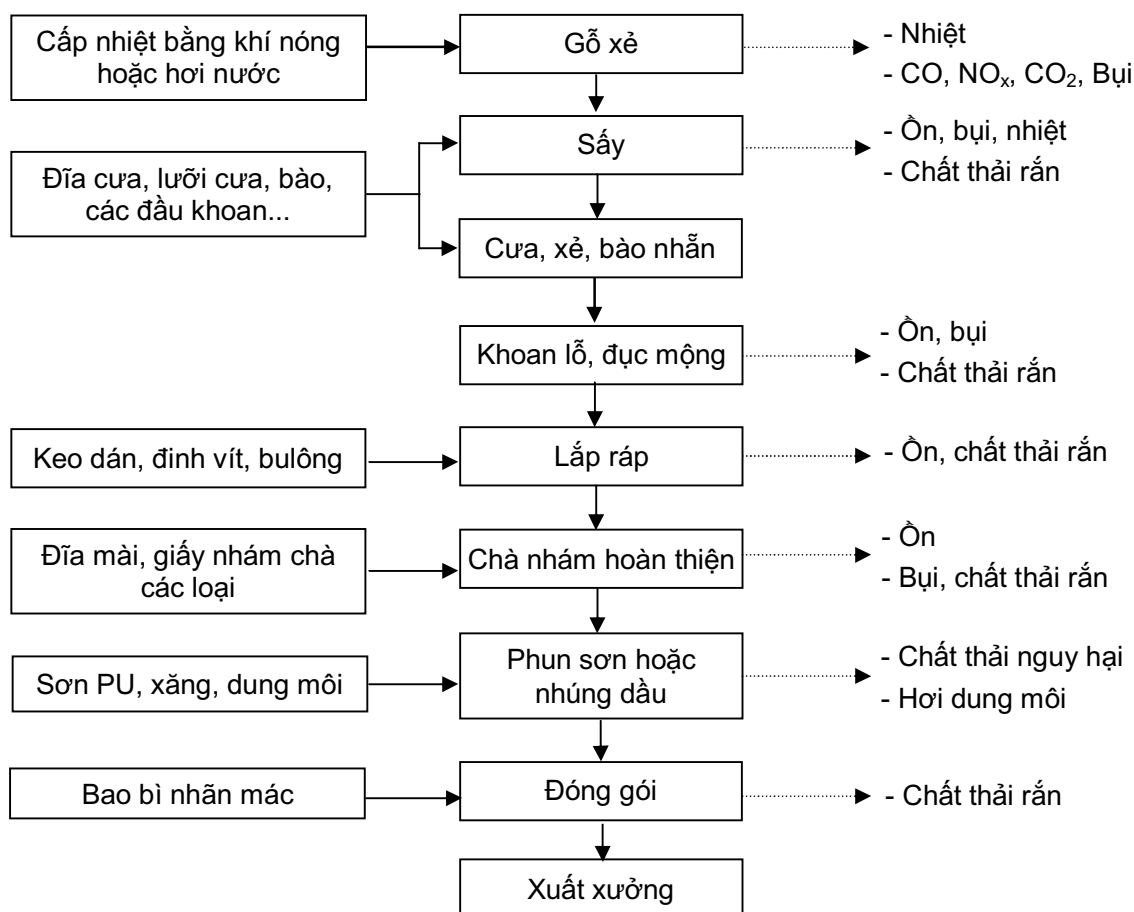
Đối tượng nghiên cứu là điều kiện lao động của người lao động tại một số cơ sở chế biến gỗ ở miền Trung bao gồm:

TT	Tên cơ sở	Ký hiệu
1	Xí nghiệp mộc Việt Đức, Quảng Nam	CS1
2	Xí nghiệp chế biến Lâm sản Hòa Nhơn, Quảng Nam	CS2
3	Công ty TNHH Lâm sản Việt Lang, Đà Nẵng,	CS3
4	Công ty TNHH MTV gỗ Nguyễn Phong, Quảng Trị	CS4
5	Công ty TNHH MTV Mạnh Triều, Quảng Trị	CS5
6	Công ty TNHH chế biến gỗ Quang Huy, Quảng Trị	CS6
7	Công ty CP gỗ MDF VRG Quảng Trị- Nhà máy MDF 1, Quảng Trị	CS7
8	Công ty CP gỗ MDF VRG Quảng Trị - Nhà máy MDF 2, Quảng Trị	CS8
9	Cơ sở mộc Trần Văn Vần, Đà Nẵng	CS9

Về công nghệ sản xuất chế biến gỗ, hiện ở miền Trung có thể xếp thành 5 nhóm chính:

- Sản xuất đồ gỗ gia dụng (nội, ngoại thất);
- Sản xuất ván ép; ván ghép thanh;
- Sản xuất đồ gỗ mỹ nghệ;
- Sản xuất gỗ công nghiệp MDF, HDF, MFC...
- Sản xuất dăm gỗ.

Quy trình công nghệ sản xuất ở các cơ sở chế biến gỗ tương đối giống nhau ở các công đoạn, chỉ có khác nhau ở công đoạn hoàn thiện là: các sản phẩm có thể được xử lý phun sơn hoặc nhúng dầu trước khi xuất xưởng. Quy trình công nghệ chung của các cơ sở chế biến gỗ ở khu vực miền Trung được trình bày trên sơ đồ Hình 1. Các công việc chính trong chế biến gỗ được mô tả trên Bảng 1.



Hình 1. Quy trình công nghệ chế biến gỗ

Bảng 1. Mô tả các công việc trong cơ sở chế biến gỗ

Công việc	Mô tả
Vận chuyển gỗ bằng máy (xe nâng)	Dùng xe nâng (xe xúc) chuyển gỗ nguyên liệu vào máng. Số lượng lao động: 2-3 người
Xẻ gỗ	Đưa gỗ nguyên liệu vào máy cưa, điều chỉnh thước cưa, đẩy máy cưa đi theo thước đã định (đối với máy cưa vòng) hoặc đẩy gỗ nguyên liệu vào lưỡi cưa (đối với cưa đĩa), Số lượng lao động: 5-7 người.
Vận hành lò sấy gỗ	Xếp gỗ đã xẻ vào lò sấy, theo dõi lò sấy, lấy gỗ đã sấy ra khu vực tạo phôi. Số lượng lao động: ≤ 10 người
Vận hành dây chuyền băm gỗ	Vận hành và theo dõi dây chuyền băm gỗ, xử lý sự cố dây chuyền. Số lượng lao động: ≤ 10 người
Rửa dăm gỗ	Đổ hóa chất và theo dõi quá trình rửa dăm, xử lý sự cố máy móc. Số lượng lao động: ≤ 10 người

Kết quả nghiên cứu KHCN

Tạo phôi, công việc mộc máy (máy cưa, máy bào) hoặc/và thủ công	Gỗ nguyên liệu sau khi chế biến sơ bộ, được tạo thành phôi bằng các máy phay, tiện, đục, khoan theo yêu cầu của từng sản phẩm. Số lượng lao động: 10-12 người
Vận hành máy ghép thanh dọc	Cho phôi gỗ vào máy ghép dọc. Số lượng lao động: 2-3 người
Pha hóa chất, trộn keo	Đổ keo và hóa chất vào bể trộn. Số lượng lao động: 5-8 người
Sấy hỗn hợp bột gỗ, keo	Hỗn hợp được sấy sơ bộ. Số lượng lao động: 3-5 người
Bôi keo	Bôi vào các thanh đã bào. Số lượng lao động: ≤ 8 người
Vận hành máy ghép tấm	Cho các thanh đã bôi keo vào máy ghép tấm theo quy cách, cắt biên sau khi ghép xong. Số lượng lao động: 6-8 người
Vận hành máy ép nhiệt	Theo dõi quá trình ép. Số lượng lao động: 10-12 người
Vận hành máy cắt (cưa đĩa)	Cho gỗ đã xẻ vào máy cắt phôi. Số lượng lao động: ≤ 10 người
Vận hành máy chà nhám/thủ công	Đưa phôi gỗ sau khi chà nhám vào máy bào nhẵn. Số lượng lao động: 7-9 người
Vận hành máy bào nhẵn/thủ công	Đưa phôi gỗ sau khi chà nhám vào máy bào nhẵn. Số lượng lao động: 7-9 người
Lắp ráp các thành phần	Lắp ráp các phôi gỗ khi bào nhẵn theo yêu cầu của từng sản phẩm. Số lượng lao động: 10-12 người
Kiểm tra, trát keo, sửa lỗi bề mặt	Kiểm tra sản phẩm lỗi, sửa lỗi sản phẩm bằng vụn cưa, keo 502, giấy nhám. Số lượng lao động: 5-7 người
Phun sơn, PU	Pha sơn, đưa sản phẩm lên dàn phun sơn, có thể phun sơn bằng tay hoặc dây chuyền phun sơn tự động. Số lượng lao động: ≤ 10 người
Kiểm tra, đóng gói sản phẩm	Kiểm tra sản phẩm sau cùng, đóng gói sản phẩm và vận chuyển tới kho thành phẩm. Số lượng lao động: 10-12 người
Vệ sinh công nghiệp	Vệ sinh máy móc, nhà xưởng toàn nhà máy

2.2. Phương pháp đánh giá

Chi tiết về phương pháp đánh giá điều kiện lao động VNNIOSH -2017 người đọc tham khảo tại tài liệu [2], [3].

Phương pháp mới xác định ĐKLĐ theo hai bước thực hành như sau:

1/. Xác định ĐKLĐ theo từng yếu tố độc hại và/hoặc nguy hiểm tạo nên gánh nặng lao động tổng hợp, của MTLĐ và quá trình lao động theo thang đánh giá bán định lượng 7 mức (mức 1- rất tốt; mức 2- tốt; mức 3- độc hại nhẹ; mức 4- độc hại trung bình; mức 5- độc hại nặng; mức 6- độc hại rất nặng; mức 7- nguy hiểm).

2/. Lập bảng thống kê kết quả đánh giá riêng lẻ ở bước 1 và thực hiện đánh giá tổng hợp theo hướng dẫn mới thỏa mãn nguyên lý an toàn sinh học.

Danh mục các thông số cần đo đạc gồm 13 nhóm và 62 chỉ tiêu [2]. Đối với các thông số môi trường lao động, phân loại ĐKLĐ trên cơ sở so sánh kết quả đo đạc với giá trị cho phép trong ca làm việc theo các Quy chuẩn và Tiêu chuẩn vệ sinh. Đối với các thông số của quá trình lao động (mức nặng nhọc, cường độ lao động/mức căng thẳng), phân loại ĐKLĐ theo các tiêu chí của thông số được xác định trong thực tế, sau đó, đánh giá phân loại chung cho thông số. Các

thông số của MTLĐ được đánh giá từ mức 1 đến mức 7, trong khi đó các thông số của quá trình lao động được đánh giá từ mức 1 đến mức 4.

Sau khi đo đạc, xác định giá trị chỉ thị chất lượng của ĐKLĐ dưới tác động của từng thông số theo thang 7 mức nêu trên, chất lượng của ĐKLĐ được phân loại như sau:

- Nhận mức ĐKLĐ chung theo mức cao nhất của các thông số ĐKLĐ

- Trường hợp có tác động phối hợp của từ 3 thông số trở lên với mức 3 – độc hại nhẹ, thì đánh giá chung ĐKLĐ sẽ là mức 4;

- Trường hợp có tác động phối hợp của từ 2 thông số trở lên với mức chất lượng, 4, 5, 6 thì đánh giá chung ĐKLĐ sẽ tương ứng nhận một mức cao hơn theo thang 7 mức (ví dụ: nếu có 02 thông số với mức chất lượng là 4 – độc hại trung bình, thì đánh giá chung là mức 5– độc hại nặng, hoặc nếu có 2 yếu tố với mức chất lượng là 5 – độc hại nặng, thì đánh giá chung sẽ là mức 6 – độc hại rất nặng).

- Trong trường hợp giảm thời gian làm việc tiếp xúc với các thông số (bảo vệ NLĐ bằng cách giảm giờ làm) thì có thể được coi là giảm mức chất lượng của ĐKLĐ nhưng không thể không có độc hại (tức tối thiểu mức đánh giá độc hại phải là mức 3).

- Khi làm việc với yêu cầu cao về chất lượng vệ sinh, người lao động có thể phải dùng phương tiện bảo vệ cá nhân (PTBVVN). Việc sử dụng PTBVVN hiệu quả có tác dụng làm giảm nguy cơ suy giảm sức khỏe nhưng không làm thay đổi mức chất lượng vệ sinh của ĐKLĐ.

III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Tại các vị trí công việc ở Bảng 1, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đo đạc các thông số của Môi trường lao động và Quá trình lao động [2]. Đo đạc được thực hiện theo các Tiêu chuẩn Việt Nam và Thường quy kỹ thuật Vệ sinh môi trường và Y học lao động [5], sử dụng các thiết bị sẵn có tại Phân Viện. Riêng các chỉ tiêu về Quá trình lao động được khảo sát bổ sung bằng quan sát, quay phim chụp ảnh và phân tích hình ảnh. Trên cơ sở các số liệu đo đạc, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp VNNIOSH-2017 [2] để đánh giá ĐKLĐ tại vị trí làm việc.

Kết quả đánh giá điều kiện lao động tại 01 vị trí công việc trong dây chuyền sản xuất (Ví dụ: vị trí công nhân vận hành máy chà nhám) của 9 cơ sở chế biến gỗ khu vực miền Trung được trình bày trên Bảng 2.

Thực hiện tương tự đối với các vị trí còn lại, tổng hợp đánh giá điều kiện lao động công nhân ở tất cả các công đoạn của các cơ sở chế biến gỗ đã khảo sát được trình bày trên Bảng 3.

Bảng 2. Kết quả đánh giá điều kiện lao động tại công đoạn chà nhám

Yếu tố \ DN	Mộc gia dụng			Ván ép, ghép thanh			MDF		Mỹ nghệ
	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	CS6	CS7	CS8	CS9
Vận hành chà nhám(Phân loại công việc: 2; Giới tính: Nam)									
I. CÁC YẾU TỐ CỦA MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG									
Bức xạ ion hóa	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rung động	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rung cục bộ									
Rung toàn thân phương XY	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rung toàn thân phương Z	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bức xạ điện từ tần số công nghiệp	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Điện trường	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Từ trường	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bức xạ điện từ tần số Radio	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Điện trường	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Từ trường	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mật độ dòng năng lượng	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ồn	2	3	3	2	2	2	4	4	2
Vi khí hậu	5	4	3	6	6	5	3	3	3
Nhiệt độ khô	5	3	3	7	7	7	4	3	3
Nhiệt độ cầu ướt	4	4	3	7	3	4	3	3	3
Độ ẩm không khí	3	5	5	2	2	4	5	4	5
Tốc độ gió	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bức xạ nhiệt	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chuẩn chỉ thị tải nhiệt môi trường-TNM	5	4	3	6	6	5	3	3	3
Ánh sáng	3	3	1	4	1	1	3	3	3
Bụi	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bụi toàn phần	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bụi hô hấp	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Hơi khí độc	3	3	3	2	2	2	2	2	3
SO _x	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NO _x	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CO ₂	3	3	3	2	2	2	2	2	3
Styren	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C ₆ H ₁₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HCHO									
Toluen	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Xylen	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Benzen	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MEK	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Phân hạng 1	5	5	4	6	6	5	5	5	3
II. CÁC YẾU TỐ CỦA QUÁ TRÌNH LAO ĐỘNG									
Tải trọng động – đơn vị công cơ học ngoài trong một ngày (ca) làm việc	1	1	1	4	4	4	1	1	1
Chịu tác động của tải trọng khu vực (nhóm cơ nhỏ)	1	1	1	4	4	4	1	1	1
Chịu tác động của tải trọng toàn cục (nhóm cơ lớn)	1	1		2	1		1	1	1
Khối lượng tải trọng được nâng và di chuyển bằng tay	3	3	3	4	3	3	2	2	3

Kết quả nghiên cứu KHCHN

Nâng và di chuyển vật nặng (một lần) xen kẽ với công việc khác	1	1	3	2	2	2	2	2	1
Thường xuyên nâng và di chuyển vật nặng trong ngày (ca) làm việc	1	2	3						3
Tổng khối lượng các vật nặng di chuyển trong mỗi giờ làm việc	2	3	3	4	3	3	1	1	1
Các di chuyển định hình, số lượng di chuyển trong một ngày làm việc	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Số lượng di chuyển định hình khi người lao động chịu tải trọng cục bộ	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Số lượng di chuyển định hình khi người lao động chịu tải trọng khu vực	1	1	1	1	1	1			1
Tải trọng tĩnh – đại lượng tải trọng tĩnh trong một ngày làm việc khi người lao động phải dùng sức để cầm, giữ vật nặng	2	4	2	1	2	2			3
Khi giữ vật bằng một tay	3	4	2						3
Khi giữ vật bằng hai tay				1	2	2			
Khi giữ vật có cả sự tham gia của các cơ người và chân									
Tư thế làm việc của công nhân trong ngày (ca) làm việc	4	3	3	4	4	4	4	4	4
Độ nghiêng cơ thể công nhân lớn hơn 30°, số lượng lần nghiêng trong một ngày (ca) làm việc	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Các di chuyển trong không gian của người lao động do đặc điểm quy trình công nghệ, trong thời gian một ca làm việc	1	1	1	3	3	3	1	1	1
Di chuyển ngang	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Di chuyển thẳng đứng	1	1	1	3	3	3	1	1	1
Tải trọng đối với các giác quan	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mật độ tín hiệu (ánh sáng và âm thanh) và thông báo trung bình trong 1 giờ làm việc	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Số đối tượng sản xuất cần quan sát đồng thời	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tải trọng đối với cơ cấu phát âm	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sự đơn điệu của các tải trọng	1	2	1	3	3	3	4	4	2
Số các thành phần cần để thực hiện một nhiệm vụ đơn giản hoặc số các thao tác được lặp lại nhiều lần	1	2	1	3	3	3	4	4	2
Sự đơn điệu của quy trình sản xuất (thời gian quan sát thụ động diễn biến của quy trình công nghệ chiếm...% thời gian một ca làm việc)	1	1	1	1	1	1	4	4	1
Phân hạng 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 3. Kết quả đánh giá tổng hợp điều kiện lao động tại các cơ sở

Yếu tố \ DN	Mộc gia dụng			Ván ép, ghép thanh			MDF		Mỹ nghệ
	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	CS6	CS7	CS8	CS9
Vận chuyển gỗ bằng máy (xe nâng); (Phân loại công việc:2; Giới tính:Nam)									
Phân hạng 1							4	4	
Phân hạng 2							4	4	
Phân hạng tổng hợp							4	4	
Xẻ gỗ (Phân loại công việc:2; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1	5	4	3	5	5	5			5
Phân hạng 2	4	4	4	4	4	4			4
Phân hạng tổng hợp	5	4	4	5	5	5			5
Vận hành lò sấy gỗ (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1	5	4	4	5	5	6			5
Phân hạng 2	4	4	4	4	4	4			
Phân hạng tổng hợp	5	4	4	5	5	6			5
Vận hành dây chuyền băm gỗ (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1							5	3	
Phân hạng 2							4	4	
Phân hạng tổng hợp							5	4	
Rửa dăm gỗ (Phân loại công việc:2; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1							5	3	
Phân hạng 2							4	4	
Phân hạng tổng hợp							5	4	
Tạo phôi, công việc mộc máy (máy cưa, bào) hoặc/và thủ công (Phân loại công việc:2; Giới tính:Nam)									
Phân hạng 1	6	4	4	6	6	5			3
Phân hạng 2	4	4	4	4	4	4			3
Phân hạng tổng hợp	6	4	4	6	6	5			3
Vận hành máy ghép thanh dọc (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nữ)									
Phân hạng 1				6	5	5			
Phân hạng 2				4	4	4			
Phân hạng tổng hợp				6	5	5			
Pha hóa chất, trộn keo (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1	6	6	6	6	4	5	3	5	
Phân hạng 2				4	4	4	3	3	
Phân hạng tổng hợp	6	6	6	6	4	5	3	5	
Sấy hỗn hợp bột gỗ, keo (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1							4	5	
Phân hạng 2							4	4	
Phân hạng tổng hợp							4	5	

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bôi keo (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nữ)									
Phân hạng 1				6	5	4			
Phân hạng 2				5	5	5			
Phân hạng tổng hợp				6	5	5			
Vận hành máy ghép tấm (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1				6	5	5			
Phân hạng 2				4	4	4			
Phân hạng tổng hợp				6	5	5			
Vận hành máy ép nhiệt (Phân loại công việc:1; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1							6	6	
Phân hạng 2							3	3	
Phân hạng tổng hợp							6	6	
Vận hành máy cắt (cưa đĩa) (Phân loại công việc:2; Giới tính:Nam)									
Phân hạng 1							4	4	
Phân hạng 2							4	4	
Phân hạng tổng hợp							4	4	
Vận hành chà nhám/thủ công (Phân loại công việc: 2; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1	5	5	4	6	6	5	5	5	3
Phân hạng 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Phân hạng tổng hợp	5	5	4	6	6	5	5	5	4
Vận hành máy bào nhẵn/thủ công (Phân loại công việc: 2; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1	5	4	4						4
Phân hạng 2	4	4	4						4
Phân hạng tổng hợp	5	4	4						4
Lắp ráp các thành phần (Phân loại công việc: 2; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1	5	4	3						3
Phân hạng 2	4	4	4						4
Phân hạng tổng hợp	5	4	4						4
Kiểm tra, trát keo, sửa lỗi bề mặt (Phân loại công việc: 2; Giới tính: Nữ)									
Phân hạng 1	5	4	4						3
Phân hạng 2	4	4	4						4
Phân hạng tổng hợp	5	4	4						4
Phun sơn, P.U (Phân loại công việc:2; Giới tính: Nữ)									
Phân hạng 1	6	5	5						4
Phân hạng 2	4	4	4						4
Phân hạng tổng hợp	6	5	5						4
Kiểm tra, đóng gói sản phẩm (Phân loại công việc: 2; Giới tính: Nam)									
Phân hạng 1	5	5	3	6	5	6	3	4	3
Phân hạng 2	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Phân hạng tổng hợp	5	5	4	6	5	6	4	4	4

Kết quả nghiên cứu KHCN

Vệ sinh công nghiệp (Phân loại công việc: 2; Giới tính: Nữ)									
Phân hạng 1	5	4	4	5	5	6	3	4	4
Phân hạng 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Phân hạng tổng hợp	5	4	4	5	5	6	4	4	4

Từ kết quả đánh giá điều kiện lao động ở các Bảng 2 và Bảng 3, có thể rút ra một số nhận xét sau đây:

1/. Điều kiện lao động tại các cơ sở chế biến gỗ ở một số tỉnh miền Trung như sau: nhiều vị trí được đánh giá ở mức 5 là mức độc hại nặng, cá biệt có vị trí được đánh giá ở mức 6 là mức độc hại rất nặng. Vì khí hậu là thông số chính gây nên điều kiện lao động nặng nhọc. Do đặc điểm khí hậu khu vực, tại các thời điểm khảo sát, điều kiện nhiệt độ không khí tại miền Trung cao hơn so với cả nước.

2/. Đối với các nhóm nghề khác nhau, nhóm nghề ván ép, ghép thanh có nhiều vị trí công việc được đánh giá ở mức nặng nhọc, độc hại (mức 6) hơn các nhóm nghề khác. Một trong những nguyên nhân là nhóm nghề này có sử dụng nhiều loại hóa chất trong sản xuất hỗn hợp keo dán và chưa có giải pháp khống chế hiệu quả nên ảnh hưởng đến môi trường lao động.

3/. Xét về các vị trí công việc, người lao động tại các vị trí xẻ gỗ, vận hành các loại máy gia công gỗ (như máy cắt, máy bào, máy chà nhám...), tạo hỗn hợp keo, bôi keo và phun sơn đang làm việc trong điều kiện lao động khắc nghiệt hơn cả. Nguyên nhân một phần là do điều kiện vi khí hậu nóng ẩm, làm việc trong môi trường có yếu tố rung động, tiếng ồn, bụi và đặc biệt là tiếp xúc với nhiều loại hóa chất sử dụng trong sản xuất.

4/. Phương pháp VNNIOSH-2017 chú trọng đến tác động tiêu cực của từng chỉ tiêu riêng lẻ và tác động tổng hợp của chúng đối với điều kiện lao động. Không giống như phương pháp đánh giá điều kiện lao động của Bộ lao động thương binh và Xã hội tính trung bình các yếu tố tác động, phương pháp VNNIOSH-2017 quyết định mức đánh giá cuối cùng là mức cao nhất

của bất kỳ yếu tố tác động nào đó đến điều kiện lao động.

IV. KẾT LUẬN

Áp dụng VNNIOSH-2017 đánh giá điều kiện lao động tại một số cơ sở chế biến gỗ miền Trung cho thấy: ĐKLĐ tại hầu hết các công đoạn/ngành khảo sát được đánh giá ở mức độc hại trở lên. Cá biệt, ĐKLĐ tại một số công đoạn/ngành được đánh giá ở mức 6 là mức độc hại rất nặng (sơn PU; chà nhám, mộc máy, pha hóa chất trộn keo...). Người lao động làm việc tại các vị trí này cần được bảo vệ sức khỏe bằng các giải pháp can thiệp kịp thời để cải thiện ĐKLĐ và bằng các chế độ, chính sách phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tô Xuân Phúc (2019), "Lao động ngành gỗ: Nâng cao chất lượng, tăng sức cạnh tranh", Tạp chí GỖ VIỆT số 101/2019.
- [2]. Đỗ Trần Hải và CTV (2017), "Phương pháp đánh giá, phân loại chất lượng vệ sinh Môi trường lao động", Tạp chí BHLĐ số T3/2017.
- [3]. Đỗ Trần Hải và CTV (2017), "Phương pháp đánh giá, phân loại điều kiện lao động VNNIOSH-2017".
- [4]. Công văn số 2753/LĐTBXH-BHLĐ ngày 01 tháng 8 năm 1995 của Bộ lao động - Thương binh và Xã hội về việc "Hướng dẫn phương pháp xây dựng danh mục nghề, công việc nặng nhọc, độc hại, nguy hiểm và đặc biệt nặng nhọc, độc hại, nguy hiểm".
- [5]. Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường (2015) "Thưòng quy kỹ thuật sức khỏe nghề nghiệp và môi trường, tập 1 Sức khỏe nghề nghiệp". Nhà xuất bản Y học.

THỰC TRẠNG MỨC ĐỘ TIẾP XÚC VÀ THẤM NHIỄM METHYL ETHYL KETON Ở NGƯỜI LAO ĐỘNG TRONG MỘT SỐ CƠ SỞ SẢN XUẤT DA GIÀY

Nguyễn Thị Hiền, Lưu Phi Long, Long Thùy Dương,
Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Methyl Ethyl Keton (MEK) là dung môi thuộc nhóm keton – nhóm chất gây bệnh nghề nghiệp được bảo hiểm (theo ILO - 2010) [3]. Theo khảo sát ban đầu cho thấy người lao động (NLĐ) làm việc trong các cơ sở sản xuất da giày có tiếp xúc MEK ở nồng độ tương đối cao, nhiều vị trí làm việc có nồng độ của MEK cao hơn tiêu chuẩn cho phép (Quy định 3733/2002/QĐ-BYT : $>150\text{mg/m}^3$). Mặc dù NLĐ đang tiếp xúc với MEK vượt tiêu chuẩn cho phép nhưng tại Việt Nam chưa có giám sát sinh học cho NLĐ có tiếp xúc với chất này. Theo Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (ACGIH - 2019) [4], [5], nồng độ MEK trong nước tiểu được sử dụng làm tiêu chuẩn giám sát sinh học cho NLĐ có tiếp xúc với MEK trong môi trường lao động. Để có sở đề xuất Bộ y tế xem xét bổ sung chỉ số giám sát sinh học cho NLĐ có tiếp xúc với MEK, nhằm bảo vệ sức khỏe NLĐ và phòng tránh bệnh nghề nghiệp, bước đầu chúng tôi đặt vấn đề nghiên cứu “Thực trạng tiếp xúc và thấm nhiễm MEK ở NLĐ trong một số cơ sở sản xuất da giày”. Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu là: Đánh giá được thực trạng mức độ tiếp xúc và thấm nhiễm MEK ở công nhân làm việc tại một số xưởng sản xuất da giày; đề xuất tiêu chuẩn giám sát sinh học.

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi tập trung phân tích nồng độ MEK được đo trong môi trường lao động – bằng thiết bị lấy mẫu cá nhân trong 8 giờ làm việc và trong nước tiểu của NLĐ có tiếp xúc tại vị trí làm việc có sử dụng MEK của 3 phân xưởng sản xuất da giày trên địa bàn Hải Phòng.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Môi trường lao động phân xưởng sản xuất đế giày
- NLĐ có tiếp xúc Methyl Ethyl Keton làm việc tại phân xưởng sản xuất đế giày.

Chọn mẫu và cỡ mẫu:

Chọn toàn bộ công nhân làm việc tại 3 phân xưởng sản xuất giày da có tiếp xúc trực tiếp với MEK trong môi trường lao động. Tổng số là: 170 đối tượng, trong đó:

- 62 đối tượng trực tiếp sử dụng keo MEK (phết keo vào đế).
- 108 đối tượng không trực tiếp sử dụng keo MEK (vệ sinh, kiểm tra sản phẩm).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết kế nghiên cứu: cắt ngang mô tả có phân tích.

2.2.2. Phương pháp kỹ thuật nghiên cứu

a. Khảo sát, lấy mẫu ngoài hiện trường:

Lấy mẫu nước tiểu, lấy mẫu tiếp xúc cá nhân (nồng độ MEK) của các đối tượng đã chọn tại nơi làm việc, được áp dụng theo phương pháp kỹ thuật thực hiện như sau:

** Thiết bị, dụng cụ lấy mẫu:*

Thiết bị lấy mẫu cá nhân: bơm hút mẫu Gilian LFS-113DC của Mỹ với tốc độ hút 0,2 L/phút - Thiết bị phân tích MEK niệu và MEK trong mẫu cá nhân: Máy sắc ký khí khối phổ GC/MS (G3440A-

Kết quả nghiên cứu KHCN

GC7890A của Agilent – Mỹ) và các dụng cụ phân tích như pipet, bình định mức, cốc thủy tinh... của Đức.

* **Hóa chất:** MEK; Methanol; NaCl của Sigma đảm bảo độ tinh khiết để phân tích lượng vết.

* **Kỹ thuật lấy mẫu:**

- Lấy mẫu cá nhân: Theo Thường quy kỹ thuật sức khỏe nghề nghiệp và môi trường tập 1 năm 2015.

- Kỹ thuật lấy mẫu phân tích MEK niệu theo hướng dẫn của Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (American Conference of Governmental Industrial hygienist – ACGIH) [4].

b. Phân tích trong phòng thí nghiệm:

Phân tích nồng độ MEK (mẫu cá nhân) trong môi trường và MEK trong nước tiểu (MEK niệu) của đối tượng nghiên cứu, được áp dụng theo phương pháp kỹ thuật thực hiện như sau:

* **Phương pháp phân tích:**

- Phân tích MEK mẫu cá nhân theo phương pháp 2555 - 2003 của NIOSH - Mỹ [6] :

+ Ngưỡng phát hiện: 0,006mg/L

+ Độ chính xác: $\pm 95\%$

- Phân tích MEK niệu theo phương pháp 8319 – 2014 của NIOSH - Mỹ [7]:

+ Ngưỡng phát hiện: 0,003mg/L

+ Độ chính xác: 97%

* **Tiêu chuẩn đánh giá:**

Nội dung	Tiêu chuẩn Việt Nam* (2002)	Tiêu chuẩn ACGIH – Mỹ (2019)
Tiêu chuẩn nồng độ MEK trong môi trường - trung bình 8 giờ	≥ 150 (mg/m ³)	≥ 590 (mg/m ³)
Tiêu chuẩn giám sát sinh học cho NLD tiếp xúc với MEK	Chưa quy định	≥ 2 mg/L

*- Quyết định 3733/2002/QĐ-BYT

2.2.3. Phân tích xác suất thông kê:

Xử lý số liệu bằng phần mềm SPSS 22.0.

III KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên 170 đối tượng làm việc trong phân xưởng đế của cơ sở sản xuất giày. Trong quá trình lao động, đối tượng nghiên cứu sử dụng keo gián để có chứa một lượng lớn MEK - một loại dung môi có khả năng hòa tan và bay hơi tốt.

Đặc điểm, tuổi nghề và giới tính của đối tượng nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1 cho thấy đối tượng nghiên cứu ở nhóm đối tượng trực tiếp sử dụng keo vào nhóm đối tượng không trực tiếp sử dụng keo có tuổi đời, tuổi nghề, giới tính không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Khi xét trên tổng số đối tượng nghiên cứu thì đối tượng có tuổi đời trung bình là $32,72 \pm 10,48$, tuổi nghề trung bình $12,49 \pm 7,1$. Công nhân nam chiếm 31,2%, công nhân nữ chiếm 68,8%, tỷ lệ về giới tính như trên là đặc thù của ngành da giày (tỷ lệ nữ trong ngành da giày nói chung chiếm trên 70%). Tuy nhiên, điều này không ảnh hưởng đến việc đánh giá thực trạng tiếp xúc và thấm nhiễm MEK ở các đối tượng nghiên cứu.

3.2. Nồng độ MEK trong mẫu cá nhân của các đối tượng nghiên cứu

Kết quả phân tích nồng độ MEK trong mẫu cá nhân của 170 đối tượng nghiên cứu, được trình bày ở Bảng 2 cho thấy: có 37/170 đối tượng được phân tích (chiếm tỷ lệ 21,76%) có nồng độ MEK vượt tiêu chuẩn cho phép (TCCP) của Việt Nam và có 5/170 đối tượng (chiếm tỷ lệ 2,94%) có nồng độ MEK vượt tiêu chuẩn cho phép xét theo tiêu chuẩn của ACGIH. Như vậy, xét theo TCCP của ACGIH cho tỷ lệ mẫu vượt tiêu chuẩn thấp hơn nhiều so với kết quả đánh giá theo TCCP của Việt Nam bởi hiện nay TCCP của Việt Nam đối với nồng độ của MEK trong môi trường thấp hơn TCCP của ACGIH – Mỹ gần 4 lần. Qua kết quả này cho thấy TCCP của Việt Nam về MEK trong môi trường cũng nên được xem xét lại.

Bảng 1. Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu

Phân loại	Tổng đối tượng nghiên cứu (n=170)	Vị trí trực tiếp sử dụng keo (n = 62)			Vị trí không trực tiếp sử dụng keo (n=108)			P
		Giá trị TB	Min	Max	Giá trị TB	Min	Max	
Tuổi đời	32,72± 10,48	33,00 ± 9,93	19	57	32,56 ± 10,83	19	57	> 0,05
Tuổi nghề	12,49 ± 7,1	13,21 ± 6,75	1	24	12,07 ± 7,30	1	24	> 0,05
Giới	170 (100%)	%	Số lượng (người)		%	Số lượng (người)		
Nam	53 (31,20)	29,03	18		32,41	35		> 0,05
Nữ	117 (68,8)	70,97	44		67,59	73		> 0,05

Bảng 2. Nồng độ MEK mẫu cá nhân chia theo vị trí làm việc

Nồng độ MEK		Trên tổng đối tượng nghiên cứu (mg/m ³)	Vị trí trực tiếp sử dụng keo (mg/m ³)	Vị trí không trực tiếp sử dụng keo (mg/m ³)	P
Các giá trị					
Trung bình		90,56	220,86	14,48	
SD		131,53	138,44	18,16	
Trung vị		21,25	187,95	5,62	P< 0,001
Khoảng giá trị thu được		KPH – 601,2	84,30 – 601,20	KPH – 73,7	
Tổng số mẫu		170	62	108	
Số mẫu không phát hiện		2	0	2	
Số mẫu vượt TCCP của Việt Nam ≥ 150 (mg/m ³)	n	37	37	0	
	%	21,76	59,68	0	
Số mẫu vượt TCCP của ACGIH - Mỹ ≥ 590 (mg/m ³) [18]	n	5	5	0	
	%	2,94	8,33	0	

Bên cạnh đó, các kết quả Bảng 2 cũng cho thấy tuy làm việc trong cùng một phân xưởng, cùng tiếp xúc với MEK nhưng có sự khác biệt về mức độ tiếp xúc ở người trực tiếp sử dụng keo và người không trực tiếp sử dụng keo. Bảng 2 chỉ ra rằng tất cả đối tượng tiếp xúc với MEK vượt TCCP đều thuộc nhóm công nhân trực tiếp sử dụng keo, còn nhóm công nhân làm việc trong

cùng phân xưởng nhưng không sử dụng keo thì không có ai cho kết quả đo MEK vượt TCCP.

So với kết quả nghiên cứu của Seaton và cộng sự [8], các đối tượng trong nghiên cứu của tác giả này tiếp xúc với nồng độ MEK tương đối cao (5000mg/m³ và cao hơn nhiều so với nghiên cứu của chúng tôi (KPH- 601,2mg/m³)). Tuy

Kết quả nghiên cứu KHCN

nhiên, kết quả của chúng tôi lại cao hơn kết quả nghiên cứu của Mitran và cộng sự (trung bình từ 149-342mg/m³) [9]. Nghiên cứu của Phạm Công Tuấn và cộng sự [1] cho thấy môi trường lao động ở 3 nhà máy sản xuất da giày tồn tại các hóa chất với nồng độ cao, nhiều vị trí có nồng độ các dung môi hữu cơ như aceton, MEK cao gấp nhiều lần tiêu chuẩn cho phép. Điều này cho thấy NLĐ trong ngành sản xuất da giày thường xuyên phải tiếp xúc với MEK ở nồng độ cao hơn TCCP từ khá lâu. Nếu không có biện pháp bảo vệ NLĐ phù hợp có thể dẫn đến ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe, gây bệnh nghề nghiệp.

3.3. Nồng độ MEK trong nước tiểu của đối tượng nghiên cứu

Khi NLĐ tiếp xúc với MEK có trong môi trường lao động, MEK sẽ thẩm nhiễm vào trong cơ thể. Hiện nay theo theo ACGIH thì nồng độ MEK niệu được sử dụng làm chỉ số giám sát

sinh học cho NLĐ có tiếp xúc nghề nghiệp với MEK. Việt Nam hiện chưa có chỉ số giám sát sinh học cho NLĐ có tiếp xúc với MEK, do vậy trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng chỉ số giám sát sinh học này theo tiêu chuẩn của ACGIH.

Kết quả mức độ thẩm nhiễm của MEK ở đối tượng nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 3 cho thấy nồng độ trung bình của MEK trong nước tiểu là 0,72mg/L, nằm trong tiêu chuẩn cho phép của ACGIH. Tuy nhiên xét trên từng đối tượng nghiên cứu cho thấy có 7 trên 170 đối tượng có nồng độ MEK niệu cao hơn TCCP (chiếm 4,12%). Xét theo nhóm sử dụng keo và không sử dụng keo thì nhóm sử dụng keo có 11,29% đối tượng có nồng độ MEK niệu vượt tiêu chuẩn cho phép, nhóm không sử dụng keo không có đối tượng nào, nồng độ trung bình của MEK niệu ở hai nhóm trên cũng có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 3. Nồng độ MEK niệu ở nhóm tiếp xúc và chia theo vị trí làm việc

Nồng độ MEK niệu Các giá trị		Trên tổng đối tượng nghiên cứu (mg/L)	Vị trí trực tiếp sử dụng keo (mg/L)	Vị trí không trực tiếp sử dụng keo (mg/L)	P
Trung bình		0,72	0,99	0,43	$P < 0,001$
SD		0,55	0,60	0,27	
Trung vị		0,37	0,84	0,12	$P < 0,001$
Khoảng giá trị thu được		KPH-3,01	0,12-3,01	KPH-1,25	
Tổng số mẫu		170	62	108	
Số mẫu không phát hiện		50	0	50	
Số mẫu vượt TCCP của Việt Nam –chưa quy định	n	0	0	0	
	%	0	0	0	
Số mẫu vượt TCCP của ACGIH - Mỹ ≥ 590 (mg/m ³) [18]	n	7	7	0	0
	%	4,12	11,29	0	0

SD: Độ lệch chuẩn; TCCP: tiêu chuẩn cho phép; P – chỉ sự khác biệt về nồng độ MEK niệu ở nhóm trực tiếp sử dụng keo và nhóm không trực tiếp sử dụng keo

Tiêu chuẩn cho phép đối với nồng độ MEK niệu của ACGIH là $\leq 2\text{mg/L}$, giá trị này có mối tương quan với MEK trong môi trường (590mg/m^3). Nếu xét theo tiêu chuẩn của Việt Nam về giá trị nồng độ MEK trong môi trường thì số đối tượng có mức thâm nhiễm sẽ cao hơn nhiều.

Nghiên cứu của Miyasaka và cộng sự [10] trên một nhóm 62 nam công nhân tiếp xúc với MEK trong in ấn ngành công nghiệp. Nồng độ MEK niệu trung bình thu được là $5,3\text{mg/L}$, cao hơn nhiều so với nồng độ MEK trong nghiên cứu của chúng tôi. Perbellini và cộng sự [11] đã nghiên cứu một nhóm 27 công nhân tiếp xúc với hỗn hợp MEK trung bình trong môi trường là 101mg/m^3 (phạm vi $8\text{-}272\text{ mg/m}^3$), nồng độ trung bình của MEK trong nước tiểu, lấy mẫu vào cuối ca làm việc là $0,49\text{ mg/L}$ (khoảng $0,12\text{-}1,1\text{mg/L}$). Mức độ thâm nhiễm này thấp hơn so với kết quả trong nghiên cứu của chúng tôi. Ong và cộng sự [12] trong một nghiên cứu trên 59 công nhân ngành in ấn và sản xuất băng video. Nồng độ MEK niệu thu được là $3,6\text{mg/L}$ – thâm nhiễm cao hơn so với nghiên cứu của chúng tôi. Yoshikawa và cộng sự [13] báo cáo mối quan hệ giữa MEK trong không khí và nước tiểu từ 33 công nhân trong một nhà máy in trên hai cuộc điều tra độc lập, nồng độ MEK trung bình nhóm tác giả thu được là $1,2\text{mg/L}$. Kết quả này cũng cao hơn kết quả nghiên cứu của chúng tôi.

Như vậy nếu so với một số nghiên cứu đi trước cho thấy mức độ thâm nhiễm ở đối tượng nghiên cứu của chúng tôi tương đương hoặc thấp hơn mức độ thâm nhiễm ở đối tượng nghiên cứu của một số tác giả khác. Qua kết quả nghiên cứu này chúng tôi cũng nhận thấy mức độ thâm nhiễm không tương ứng với mức độ tiếp xúc nếu sử dụng tiêu chuẩn cho phép của Việt Nam. Có hiện tượng này là do chênh lệch về giá trị giới hạn cho phép trong môi trường. Giá trị giới hạn cho phép của ACGIH là giá trị mới được cập nhật năm 2019 [14], còn giá trị về tiêu chuẩn cho phép của Việt Nam là từ năm 2002. Vì vậy Bộ Y tế của Việt Nam cũng cần xem

xét, nghiên cứu để cập nhật giá trị về giới hạn cho phép của MEK cho NLĐ có tiếp xúc nghề nghiệp.

Từ kết quả phân tích MEK niệu chúng tôi phân tích nồng độ MEK theo tuổi đời kết quả cho thấy không có sự khác biệt về nồng độ MEK niệu ở các nhóm tuổi đời ($P>0,05$). Tức là trong phạm vi nghiên cứu này chúng tôi chưa phát hiện ảnh hưởng của tuổi đời đến nồng độ MEK trong nước tiểu. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả của các tác giả Perbellini và cộng sự [11], Ong và cộng sự (1991) [12] chưa thấy ảnh hưởng của tuổi đời đến nồng độ MEK niệu.

Phân tích nồng độ MEK niệu theo tuổi nghề chúng tôi cũng nhận thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mức nồng độ MEK niệu khi chia theo các nhóm tuổi nghề ở đối tượng nghiên cứu. Tương tự như phân tích nồng độ MEK niệu theo tuổi đời thì khi phân tích nồng độ MEK niệu theo tuổi nghề chúng tôi không phát hiện ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng phù hợp với nhận định của tác giả Perbellini và cộng sự [11], Ong và cộng sự [12], Yoshikawa và cộng sự [13], chưa phát hiện ảnh hưởng của tuổi đời và tuổi nghề đến nồng độ MEK. Bên cạnh phân tích nồng độ MEK niệu theo tuổi đời và tuổi nghề chúng tôi có phân tích niệu theo giới, kết quả cho thấy chưa có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.

3.4. Mối tương quan giữa MEK trong mẫu cá nhân và MEK niệu

Từ kết quả thu được về nồng độ MEK trong môi trường thông qua việc đo mẫu cá nhân, MEK trong nước tiểu, sau khi loại trừ các đối tượng có kết quả không phát hiện MEK niệu hay MEK trong mẫu cá nhân còn 120 đối tượng, chúng tôi đã phân tích mối tương quan giữa nồng độ MEK trong mẫu cá nhân và nồng độ MEK niệu thu được kết quả ở Bảng 4 và Bảng 5.

Kết quả trong Bảng 4 cho thấy nồng độ MEK trong mẫu cá nhân có tương quan khá [2] với nồng độ MEK niệu với $R = 0,69$.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bên cạnh việc phân tích mối tương quan của MEK trong mẫu cá nhân với MEK niệu trên tổng số đối tượng nghiên cứu, chúng tôi đã phân tích mối tương quan giữa nồng độ MEK trong mẫu cá nhân với MEK niệu theo nhóm trực tiếp sử dụng keo và nhóm không trực tiếp sử dụng keo kết quả trong Bảng 5.

Kết quả Bảng 5 cho thấy khi phân tích mối tương quan giữa nồng độ MEK trong mẫu cá

nhân với MEK niệu ở đối tượng trực tiếp sử dụng keo thì nồng độ MEK trong mẫu cá nhân có mối tương quan tốt hơn – chặt chẽ hơn với nồng độ MEK niệu với ($R = 0,8$) - mức tốt [2]. Bảng 5 cũng cho thấy ở nồng độ thấp thì nồng độ MEK trong mẫu cá nhân không tương quan với MEK trong nước tiểu ($R = 0,2$; $P > 0,05$).

Sau khi phân tích mối tương quan của nồng độ MEK trong mẫu cá nhân với nồng độ MEK

Bảng 4. Mối tương quan giữa nồng độ MEK mẫu cá nhân với MEK niệu của đối tượng nghiên cứu

Giá trị	Nồng độ MEK (mg/m ³)	MEK niệu (mg/L)
Trung bình $\pm$ SD	125,84 $\pm$ 140,50	0,72 $\pm$ 0,55
Trung vị	87,30	0,67
n	120	120
Khoảng giá trị thu được	5,04 - 601,20	0,11 - 3,01
R theo Spearman's		0,69
CI 95% của R		0,73 - 0,93
P		< 0,001

R: Hệ số tương quan giữa MEK trong môi trường với MEK niệu

Bảng 5. Mối tương quan giữa nồng độ MEK trong mẫu cá nhân với MEK niệu theo nhóm công việc

Giá trị	Nhóm trực tiếp sử dụng keo		Nhóm không trực tiếp sử dụng keo	
	Nồng độ MEK (mg/m ³)	MEK niệu (mg/L)	Nồng độ MEK (mg/m ³)	MEK niệu (mg/L)
Trung bình $\pm$ SD	220,86 $\pm$ 138,44	0,99 $\pm$ 0,6	24,27 $\pm$ 19,55	0,42 $\pm$ 0,27
Trung vị	187,195	0,84	17,70	0,37
n	62	62	58	58
Khoảng giá trị thu được	84,30 - 601,20	0,12 - 3,01	5,04 - 73,7	0,11 - 1,25
R theo Spearman's		0,80		0,20
CI 95% của R		0,73 - 0,96		0,04 - 0,43
P		< 0,001		> 0,05

R: Hệ số tương quan giữa MEK trong mẫu cá nhân với MEK niệu ở nhóm công nhân không sử dụng trực tiếp keo

niệu chúng tôi có một số nhận định như sau:

Khi phân tích mối tương quan trên tổng số đối tượng nghiên cứu giữa nồng độ MEK trong mẫu cá nhân và MEK niệu chúng tôi thu được hệ số tương quan ở mức khá ($R = 0,69$). Nhưng khi phân tích mối tương quan theo nhóm đối tượng sử dụng keo và không sử dụng keo thì chúng tôi thu được hệ số tương quan ở mức chặt chẽ tương đương mức tốt với $R = 0,8$ (ở nhóm trực tiếp sử dụng keo). Mức tương quan này tốt hơn với kết quả nghiên cứu của các tác giả như Perbellini và cộng sự [11] cho thấy mối quan hệ tuyến tính được tìm thấy giữa MEK niệu và MEK trong môi trường với $R = 0,688$ hoặc Miyasaka và cộng sự [10] $R = 0,74$, Kawai và cộng sự [15] với hệ số $R = 0,79$. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương đương với kết quả của Ong và cộng sự [12] với $R = 0,89$, Yoshikawa và cộng sự [13] với $R = 0,89$ – hệ số tương quan đều ở mức tốt. Tuy nhiên so với nghiên cứu của tác giả Ghittori và cộng sự [16] với $R = 0,91$ – mức tương quan rất chặt chẽ, mối tương quan mà chúng tôi thu được không chặt chẽ bằng của tác giả Ghittori và cộng sự.

Từ kết quả phân tích mối tương quan giữa MEK trong mẫu cá nhân và MEK niệu chúng tôi nhận thấy nồng độ MEK phù hợp cho việc sử dụng làm chỉ số giám sát sinh học cho NLĐ có tiếp xúc nghề nghiệp với MEK.

IV. KẾT LUẬN

Người lao động tiếp xúc với MEK trong sản xuất đế giày có số mẫu đo nồng độ MEK mẫu cá nhân cao hơn tiêu chuẩn cho phép của Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ là 2,94% cao hơn tiêu chuẩn cho phép của Việt Nam 21,76%. Trong đó, tất cả đối tượng tiếp xúc với MEK trực tiếp sử dụng keo đều vượt TCCP; còn nhóm không trực tiếp sử dụng keo thì không có ai vượt TCCP.

Mức độ nhiễm MEK niệu ở đối tượng nghiên cứu có số mẫu vượt tiêu chuẩn cho phép của Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ là 4,12%.

Trong cùng một phân xưởng nhưng nhóm trực tiếp sử dụng keo có số mẫu tiếp xúc và nhiễm với MEK cao hơn nhóm không trực tiếp sử dụng keo, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Ở nhóm đối tượng trực tiếp sử dụng keo có nồng độ MEK trong mẫu cá nhân tương quan chặt chẽ với nồng độ MEK niệu với $R = 0,8$.

Với kết quả phân tích và nhận định nêu trên, xin đề xuất với Bộ Y tế nên xem xét nghiên cứu để sử dụng nồng độ MEK niệu làm chỉ số giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp với MEK.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Công Tuấn (2016), "*Điều kiện làm việc của công nhân nữ ngành sản xuất da giày tại một số khu công nghiệp ở Việt Nam*", Tạp chí y tế công cộng, (41), pp.6-11.
- [2]. Đặng Hùng Thắng (2015), "*Thống kê ứng dụng*", Nhà Xuất bản giáo dục, Bộ giáo dục và đào tạo.
- [3]. International Labour (2010), "*List of Occupational Diseases*", Identification and Recognition of Occupational Diseases: Criteria for Incorporating Diseases in the ILO List of Occupational Diseases,
- [4]. American Conference of Governmental Industrial hygienists (2013), "*Methyl Ethyl Ketone In: Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th Ed.*", ACGIH, Cincinnati, OH,
- [5]. American Conference of Industrial Hygienists (2018), "*Threshold Limit Value for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*",
- [6]. Pendergrass S. M., Ernst J. L., and Dollberg D. D. (2006), "*NMAM methods update: A laboratory response to concerns about technologically outdated and problematic methods*", Journal of occupational and environmental hygiene, 3 (7), pp.390-396.

- [7]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/8319.pdf>
- [8]. Seaton A., Jellinek E., and Kennedy P. (1992), "Major neurological disease and occupational exposure to organic solvents", QJM: An International Journal of Medicine, 84 (2), pp.707-712.
- [9]. Mitran E., Callender T., Orha B. et al. (1997), "Neurotoxicity associated with occupational exposure to acetone, methyl ethyl ketone, and cyclohexanone", Environmental research, 73 (1-2), pp.181-188.
- [10]. Miyasaka M., Kumai M., Koizumi A. et al. (1982), "Biological monitoring of occupational exposure to methyl ethyl ketone by means of urinalysis for methyl ethyl ketone itself", International archives of occupational and environmental health, 50 (2), pp.131-137.
- [11]. Perbellini L., Brugnone F., Mozzo P. et al. (1984), "Methyl ethyl ketone exposure in industrial workers uptake and kinetics", International archives of occupational and environmental health, 54 (1), pp.73-81.
- [12]. Ong C., Sia G., Ong H. et al. (1991), "Biological monitoring of occupational exposure to methyl ethyl ketone", International archives of occupational and environmental health, 63 (5), pp.319-324.
- [13]. Yoshikawa M., Kawamoto T., Murata K. et al. (1995), "Biological monitoring of occupational exposure to methyl ethyl ketone in Japanese workers", Archives of environmental contamination and toxicology, 29 (1), pp.135-139.
- [14]. American Conference of Industrial Hygienists (2018), "Guide to Occupational Exposure Values".
- [15]. Kawai T., Zhang Z.-W., Takeuchi A. et al. (2003), "Methyl isobutyl ketone and methyl ethyl ketone in urine as biological markers of occupational exposure to these solvents at low levels", International archives of occupational and environmental health, 76 (1), pp.17-23.
- [16]. Ghittori S., Imbriani, Marcello, (1987), "The urinary concentration of solvents as a biological indicator of exposure: proposal for the biological equivalent exposure limit for nine solvents", American Industrial Hygiene Association Journal, 48 (9), pp.786-790.



Ảnh minh họa. Nguồn: internet

XÂY DỰNG KỸ THUẬT ĐỊNH LƯỢNG METHYL ETHYL KETON TRONG NƯỚC TIỂU BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ KHÍ KHỐI PHỔ

Nguyễn Thị Hiền, Lưu Phi Long, Đỗ Thị Cẩm Nhung, Trần Thị Thùy Dương,

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Methyl Ethyl Keton (MEK) là dung môi thuộc nhóm keton – nhóm chất gây bệnh nghề nghiệp được bảo hiểm (theo ILO - 2010) [3]. Theo khảo sát ban đầu cho thấy người lao động làm việc trong các cơ sở sản xuất da giày có tiếp xúc MEK ở nồng độ tương đối cao (nhiều vị trí làm việc có nồng độ của MEK cao hơn tiêu chuẩn cho phép ($>150\text{mg/m}^3$). Theo Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (ACGIH - 2018) [4], [5], nồng độ MEK trong nước tiểu được sử dụng làm tiêu chuẩn giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc với MEK trong môi trường lao động.

Trên thế giới đã có các phương pháp nghiên cứu quy trình kỹ thuật phân tích Methyl Ethyl Keton (MEK) như: phương pháp của 8319 của NIOSH [6]; Nghiên cứu của Michitsuji H. và cộng sự (1992) [7], nghiên cứu của tác giả Chou J. S. và cộng sự [9]

Tại Việt Nam, mặc dù người lao động đang tiếp xúc với MEK vượt tiêu chuẩn cho phép, nhưng chưa có quy trình kỹ thuật định lượng Methyl Ethyl Keton trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ để giám sát chỉ số sinh học cho người lao động có tiếp xúc với chất này. Vì vậy, chúng tôi tiến hành thực hiện nghiên cứu “Xây dựng quy trình kỹ thuật định lượng Methyl Ethyl Keton trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ”. Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu là: xây dựng được quy trình phân tích MEK trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ với độ

chính xác trên 97%, giới hạn định lượng $0,01\mu\text{g/mL}$, và đề xuất ứng dụng vào việc nghiên cứu tiêu chuẩn giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp với MnBK.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Xây dựng quy trình phân tích MEK trong nước tiểu của người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp.

- Nước tiểu của 56 người lao động tiếp xúc với MnBK

- Xây dựng quy trình dựa theo tài liệu của Laboratory Procedure Manual -The Centers for Disease Control and Prevention (8319-2014) [6] với các điều kiện cơ bản như: nhiệt độ cột, nhiệt độ detector...

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết kế nghiên cứu

Thử nghiệm xây dựng quy trình trong phòng thí nghiệm, kết hợp với điều tra cắt ngang người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp với MnBK.

2.2.2. Phương pháp kỹ thuật nghiên cứu

- Phương pháp phân tích được xây dựng dựa theo tài liệu của Laboratory Procedure Manual -The Centers for Disease Control and Prevention (8318-2014) [8] với các điều kiện cơ bản như: nhiệt độ cột, nhiệt độ detector...

- Lấy mẫu ngoài hiện trường: lấy mẫu nước

Kết quả nghiên cứu KHCN

tiểu của người lao động tại nơi làm việc

- Khảo sát, thử nghiệm và xây dựng quy trình kỹ thuật xét nghiệm trong phòng thí nghiệm Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động Việt Nam.

a. Thử nghiệm xây dựng quy trình kỹ thuật:

Thử nghiệm ứng dụng phương pháp phân tích sắc ký khí với các điều kiện:

- Thiết bị: Máy sắc ký khí khối phổ GC/MS (G3440A-GC7890A của Agilent), tủ âm 80°C...

- Dụng cụ: Các dụng cụ chuyên dùng như bình định mức, pipet, Cột DB1-MS của Agilent

- Hóa chất: MEK; Methanol; NaCl của hãng Sigma đảm bảo độ tinh khiết để phân tích lượng vết

Phương pháp phân tích được xây dựng theo tài liệu của Laboratory Procedure Manual - The Centers for Disease Control and Prevention (8319-2014) [6] với các điều kiện cơ bản như: nhiệt độ cột, nhiệt độ detector...

b) Xác định nồng độ MEK niệu trên 56 đối tượng nghiên cứu: bằng quy trình xây dựng được trên máy sắc ký khí khối phổ của Agilent.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả xây dựng quy trình

3.1.1. Chuẩn hóa các điều kiện cho phép đo

Đã tiến hành khảo sát, đánh giá và thu được kết quả của từng điều kiện như dưới đây.

a) Hóa chất và dung dịch chuẩn

Hóa chất: NaCl, Methanol, dung dịch MEK chuẩn với các nồng độ 0,01; 1; 2; 4; 6; 8; 10mg/L

b) Các thông số cài đặt trên máy GC

Tiến hành khảo sát đối với từng thông số và thu được các giá trị tối ưu. Tại các giá trị này kết quả của phép đo là tốt nhất. Giá trị của các thông số tối ưu cụ thể như sau:

* Detector MS:

- Tốc độ dòng He: 15mL/min

- Tốc độ dòng khí H₂: 30mL/min

- Nhiệt độ inlet: 250°C

- Nhiệt độ detector: 250°C

- Chế độ chia dòng: 5:1

- Thể tích bơm mẫu: 4μl

- Chạy chế độ SIM, mảnh phổ 43

* Chương trình nhiệt

Các giai đoạn tăng nhiệt	Tốc độ tăng nhiệt °C/phút	Nhiệt độ °C	Thời gian giữ nhiệt	Thời gian chạy (phút)
Nhiệt độ đầu cột		40	2	2
Giai đoạn tăng nhiệt 1	16	120	1	8
Giai đoạn tăng nhiệt 1	25	220	0	12

3.1.2. Chọn các điều kiện lấy mẫu, xử lý mẫu để có dung dịch đo

a) Lấy mẫu

Mẫu nước tiểu được thu vào cuối ca của ngày làm việc cuối tuần. Thu từ 10 -15ml nước tiểu đựng vào ống thủy tinh có thể tích 20ml. Bảo quản lạnh tại hiện trường, khi đưa về phòng thí nghiệm được bảo quản ngăn mát tủ lạnh trước khi phân tích [6].

b) Xử lý mẫu

Mẫu được xử lý với nhiều điều kiện khác nhau và nhóm nghiên cứu thu được điều kiện cho kết quả tốt nhất là quy trình xử lý mẫu như dưới đây:

Bước 1: Hút chính xác 2ml nước tiểu vào vial có thể tích 20ml

Bước 2: Thêm 1g NaCl

Bước 3: Đóng nắp seta cố định miệng ống

Bước 4: Phân tích trên máy GC

Dung dịch chuẩn để xây dựng đường chuẩn

được xử lý như mẫu phân tích ở các mức nồng độ: 0,01; 1; 2; 4; 6; 8; 10 $\mu\text{g/mL}$

3.1.3. Đánh giá các điều kiện của quy trình

a) Khảo sát khoảng tuyến tính và xây dựng đường chuẩn

Khảo sát khoảng tuyến tính

Khoảng nồng độ chất phân tích từ giới hạn định lượng đến giới hạn tuyến tính gọi là khoảng tuyến tính (dynamic range). Khoảng tuyến tính của mỗi nguyên tố phân tích ở mỗi vạch phổ khác nhau là khác nhau. Vạch phổ nào có độ hấp thụ càng nhạy thì khoảng tuyến tính càng hẹp [1], [2].

Nhóm nghiên cứu tiến hành khảo sát khoảng tuyến tính của MEK niệu bằng cách: pha một dãy chuẩn của MEK trong nước tiểu không phát hiện MEK là : 0,01; 0,1; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14 $\mu\text{g/mL}$.

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy khoảng tuyến tính

của MEK từ 0,01-10 $\mu\text{g/mL}$. Từ 11 $\mu\text{g/mL}$ trở lên tín hiệu thu được giảm rõ rệt. Như vậy đề tài chọn khoảng tuyến tính cho phân tích MEK là 0,01-10 $\mu\text{g/mL}$ cũng tương đối phù hợp với phương pháp tham khảo ở trên. Vì vậy khi phân tích mẫu nếu hàm lượng nguyên tố cần phân tích nằm ngoài khoảng tuyến tính thì phải làm giàu mẫu hoặc pha loãng mẫu để phân tích mới đảm bảo được độ chính xác của phép đo.

Xây dựng đường chuẩn

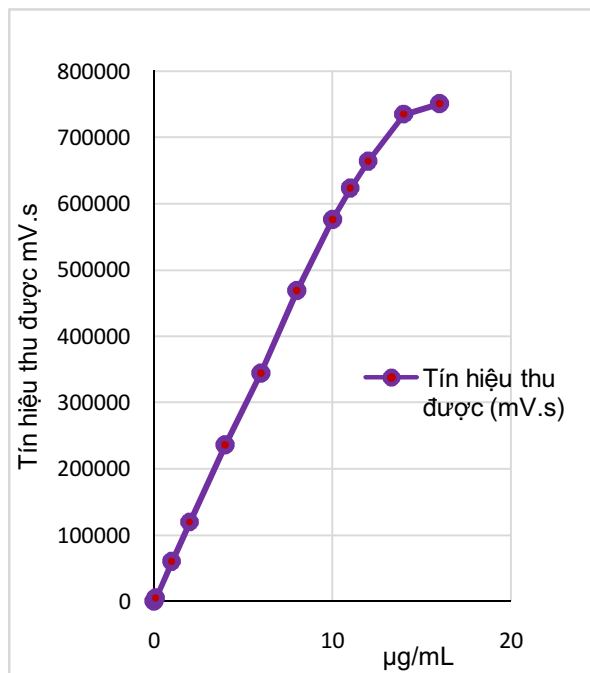
* Đường chuẩn

Từ kết quả khảo sát khoảng tuyến tính nhóm nghiên cứu sử dụng phần mềm minitab 18.0 để xây dựng đường chuẩn. Phương trình đường chuẩn của MEK trong nước tiểu được chỉ ra ở Hình 2 và Hình 3.

Để khẳng định phương pháp không bị mắc sai số hệ thống, đề tài tiến hành kiểm tra hệ số a theo tiêu chuẩn thống kê Fisher (chuẩn F) [1], [2].

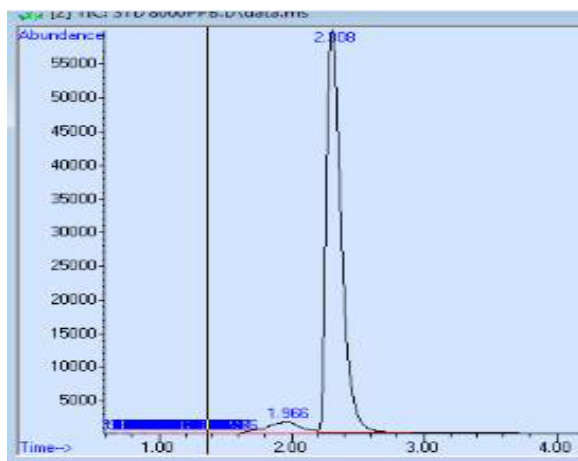
Bảng 1. Kết quả khảo sát khoảng tuyến tính của nguyên tố

TT	Nồng độ ($\mu\text{g/mL}$)	Tín hiệu thu được (mV.s)	RSD (%)
1	0,01	580	2,35
2	0,1	5890	3,29
3	1	60896	3,23
4	2	119882	1,98
5	4	236298	2,78
6	6	344114	3,21
7	8	469166	1,15
8	10	576457	3,78
9	11	623561	4,25
10	12	663749	6,49
11	14	735012	6,14
12	16	751012	6,69

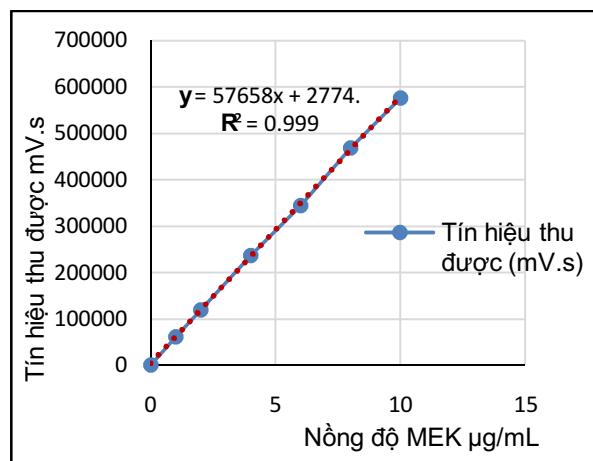


Hình 1. Kết quả khảo sát khoảng tuyến tính MEK

Kết quả nghiên cứu KHCN



Hình 2. Đường chuẩn của quy trình phân tích MEK



Hình 3. Kết quả hình ảnh pic của MEK

Nếu $F_{\text{tính}} < F_{\text{chuẩn}}$ ($F_{(0.95; 5; 4)}$) thì sự sai khác giữa giá trị a và 0 không có ý nghĩa thống kê và ngược lại. Kết quả đánh giá của đề tài cứu cho thấy $F_{\text{tính}} = S^2/S^2 = 4,19$; $F_{\text{chuẩn}} = F_{(0.95; 5; 4)} = 5,19$, tức là $F_{\text{tính}} < F_{\text{chuẩn}}$ ở phương trình đường chuẩn phân tích MEK trong nước tiểu. Có nghĩa là sự sai khác giữa giá trị a và 0 không có ý nghĩa thống kê. Vì vậy đề tài xác định phương pháp phân tích trên không mắc sai số hệ thống.

b) Giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ)

Đối với sắc ký khí thì việc xác định giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) dựa theo tỷ số tín hiệu/nhiều đường nên là khá phổ biến [1], [2]. Nhóm nghiên cứu sử dụng cách này để tính LOD, LOQ bằng cách thêm một lượng chất chuẩn nhỏ dần vào mẫu nước tiểu không phát hiện MEK và tại nồng độ 0,003 µg/mL thu được tín hiệu cao gấp 3 lần so với tín hiệu đường nền. Như vậy theo phương pháp tính LOD dựa trên tỷ số tín hiệu/nhiều, nhóm nghiên cứu thu được LOD=0,003 µg/mL, LOQ=0,01 µg/mL

Căn cứ vào kết quả thu được nhóm nghiên cứu nhận thấy trong quy trình phân tích MEK trong mẫu nước tiểu có giới hạn phát hiện

0,003 µg/mL, giới hạn định lượng là 0,01 µg/mL. Vậy khoảng tuyến tính của MEK trong quy trình phân tích MEK niệu là $(LOQ_{\text{Nước tiểu}} - 10) \mu\text{g/mL}$ tương đương (0,01-10) µg/mL.

c) Đánh giá độ chính xác của phương pháp/ quy trình trình kỹ thuật

Theo quan điểm của tiêu chuẩn quốc tế (ISO – 5725) và tiêu chuẩn Quốc gia (TCVN 6910) độ chính xác của phương pháp được đánh giá qua độ chụm và độ đúng [1], [2].

Độ chụm chỉ mức độ dao động của các kết quả thử nghiệm độc lập quanh giá trị trung bình.

Độ đúng chỉ mức độ gần nhau giữa giá trị trung bình của kết quả thử nghiệm và giá trị thực hoặc giá trị được chấp nhận là đúng.

Kiểm tra độ chụm

$$SD = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$RSD\% = CV\% = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad [2]$$

Trong đó

SD: Độ lệch chuẩn

n: Số lần lặp lại thí nghiệm

Kết quả nghiên cứu KHCVN

x_i : Giá trị tính được của lần thử nghiệm thứ "i"

$\bar{x}$: Giá trị trung bình của các lần thử nghiệm

CV%: là hệ số biến thiên của phép đo;

Độ chụm thay đổi theo nồng độ các chất phân tích. Nồng độ chất phân tích càng thấp thì kết quả dao động càng nhiều (không chụm) nghĩa là RSD% hay CV% lớn.

Có một số cách khác nhau để kiểm tra độ chụm, tuy nhiên trong khuôn khổ đề tài này chúng tôi kiểm tra độ chụm bằng cách dùng mẫu thêm chuẩn - pha ba loại mẫu có nồng độ thêm chuẩn gần giá trị ở điểm đầu, điểm giữa, điểm gần cuối của khoảng tuyến tính (tương đương với các mức nồng độ thấp, trung bình, cao). Mỗi mức nồng độ lặp lại 10 lần. Trên cơ sở kết quả

các mẫu lặp lại nhóm nghiên cứu đánh giá CV% kết quả thu được như trong Bảng 2.

Kết quả khảo sát trình bày trong Bảng 2 cho thấy CV% ở cả ba điểm (đầu, giữa, cuối) của khoảng tuyến tính đều nằm trong tiêu chuẩn cho phép. Theo tiêu chuẩn đánh giá của AOAC nồng độ chất phân tích từ 0,1mg/L CV% cho phép là <11%, từ 1mg/L CV cho phép ≤7,3%. CV% của đề tài thu được từ 1,596 – 2,296%, điều đó chứng tỏ phương pháp đạt độ chụm.

Đánh giá độ đúng của phương pháp:

Có nhiều cách để đánh giá độ đúng của phương pháp. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng hiệu suất thu hồi, kết quả đánh giá hiệu suất thu hồi được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 2. Kết quả khảo sát độ chụm của MEK trong nước tiểu

Mẫu	Không phát hiện MEK		
Nồng độ MEK (µg/mL)	0,1	5	10
Lần lặp lại	Nồng độ thu được		
TB	0,101	5,034	10,078
SD	0,002	0,094	0,161
CV%	2,296	1,870	1,596
TCCP của AOAC	< 11%	< 7,3%	< 7,3 %

Bảng 3. Kết quả đánh giá hiệu suất thu hồi của MEK

Nồng độ MEK (mg/L)	Nồng độ MEK được thêm vào nước tiểu không phát hiện MEK (µg/mL)					
	0,1		5		10	
Số lần lặp lại	Kết quả thu được (µg/mL)	R%	Kết quả thu được (µg/mL)	R%	Kết quả thu được (µg/mL)	R%
10	0,097	97,00	5,060	101,20	9,930	99,30
TB	0,101	100,700	5,034	100,67	10,078	100,78
SD		2,312		1,88		1,61
CV%		2,296		1,87		1,597
TCCP của AOAC hiệu suất thu hồi nằm trong khoảng 80 – 110%						

Kết quả nghiên cứu KHCN

Theo tiêu chuẩn của AOAC (Association of Official Analytical Chemists – Hiệp hội các nhà hóa phân tích chính thức) về đánh giá độ thu hồi thì độ thu hồi của phương pháp phân tích MEK là đạt tiêu chuẩn. Nồng độ chất phân tích từ 0,1 - 10 µg/mL thì hiệu suất thu hồi (R%) cho phép là từ 80 – 110%, CV% cho phép < 7,3% [2]. Từ kết quả ở Bảng 3 cho thấy hiệu suất thu hồi đều nằm trong giới hạn cho phép, giá trị CV% lớn nhất đối điểm đầu khoảng tuyến tính là 2,296% (với MEK) các giá trị này đều nhỏ hơn 7,3%. Cụ thể hiệu suất thu hồi từ (97 - 103,1)%. Kết quả này cho thấy phương pháp đảm bảo độ đúng.

Từ kết quả kiểm tra độ chụm và độ đúng của phương pháp cho thấy các phương pháp phân tích MEK niệu mà đề tài lựa chọn áp dụng đảm bảo độ chính xác. Dựa vào kết quả đánh giá đề tài thu được độ chính xác của phương pháp phân tích MEK niệu là: $\geq 97,7\%$.

d) Đánh giá độ ổn định của phương pháp

Độ ổn định của phương pháp là khả năng cung cấp các kết quả có độ chính xác chấp nhận được dưới những điều kiện có sự thay đổi về một số điều kiện thực hiện phương pháp như:

giữa người A người B, giữa máy A với máy B, giữa điều kiện A với điều kiện B. Đánh giá độ ổn định của phương pháp có thể sử dụng mẫu thêm chuẩn ở 3 mức nồng độ của khoảng tuyến tính (khoảng đầu, khoảng giữa, khoảng cuối), lặp lại 10 lần ở mỗi mức nồng độ, đánh giá các nhóm kết quả trong điều kiện khác nhau [1], [2].

Trong nghiên cứu này để kiểm tra độ ổn định của phương pháp nhóm nghiên cứu tiến hành với mẫu thêm khi thay đổi điều kiện về thời gian phân tích kết quả thu được tại Bảng 4.

Với điều kiện thay đổi về thời gian, độ ổn định của phương pháp vẫn đảm bảo. Kết quả đánh giá được thể hiện ở Bảng 4. Qua 3 tuần khác nhau kết quả mẫu lặp lại ở 3 mức nồng độ của khoảng tuyến tính có CV% nằm trong tiêu chuẩn cho phép của AOAC, đồng thời không có sự khác biệt về kết quả của các khoảng thời gian (3 tuần) đánh giá.

Như vậy, qua việc đánh giá những tiêu chí cần thiết cho một quy trình phân tích, nhóm nghiên cứu nhận thấy quy trình phân tích MEK trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ là đạt yêu cầu của một quy trình phân tích.

Bảng 4. Thay đổi về điều kiện thời gian đánh giá độ ổn định của quy trình phân tích MEK trong nước tiểu

Nồng độ chất chuẩn	Thời gian phân tích	Nồng độ trung bình MEK (µg/mL)	CV%	P
Nồng độ thấp 0,1 (µg/mL)	Tuần 1	0,101	2,15	> 0,05
	Tuần 2	0,102	2,71	
	Tuần 3	0,103	1,56	
Nồng độ trung bình 5 (µg/mL)	Tuần 1	5,034	1,25	> 0,05
	Tuần 2	5,014	1,23	
	Tuần 3	5,031	2,24	
Nồng độ cao 10 (µg/mL)	Tuần 1	10,078	2,37	> 0,05
	Tuần 2	10,057	2,21	
	Tuần 3	10,051	2,45	

Sau khi đánh giá quy trình đề tài nhận thấy các quy trình phân tích có một số đặc điểm dưới đây:

Cụ thể so với phương pháp của 8319 của NIOSH [6] phân tích trên máy sắc ký khí khối phổ GC/MS có LODMEK = 0,6mg/L thì LOD của đề tài tốt hơn nhiều (0,004mg/L). Nghiên cứu của Michitsuji H. và cộng sự (1992) [7], nghiên cứu của tác giả Chou J. S. và cộng sự [9] phân tích trên máy GC/MS có LOD lần lượt là 0,0036mg/L, 0,042mg/L tương đương với giới hạn phát hiện của đề tài. LOQ của đề tài là 0,01mg/L tốt hơn LOQ của phương pháp 8319, cũng như tốt hơn LOQ trong nghiên cứu của tác giả tác giả Chou, J. S. và cộng sự [9] là 0,02mg/L.

Ngoài ra độ thu hồi của chúng tôi là (98 - 04,02)% cũng tốt hơn nhiều so với so độ thu hồi của Chou J.S., (hiệu suất thu hồi 102±8,6%), Michitsuji H., (92,0-101,7%).

Khoảng tuyến tính của chúng tôi thu được từ 0,1 - 10mg/L rộng hơn khoảng tuyến tính của Chou, J. S. và cộng sự từ 0,27 - 8mg/L [9].

Quy trình có độ chính xác, độ thu hồi nằm trong giới hạn cho phép của AOAC và tốt hơn của phương pháp của NIOSH 8319 và tương đương với các quy trình nghiên cứu trước đó cùng trên thiết bị GC.

Quy trình này có thể ứng dụng trên các máy thể hệ tương đương hoặc thể hệ tiếp theo của

hãng. Đối với những hãng khác chỉ cần là những máy có điều kiện và tính năng kỹ thuật tương tự (ứng dụng) nếu hiện đại hơn thì càng tốt đều có thể dùng được.

3.2. Kết quả xác định chất chuyển hóa

Để ứng dụng quy trình phân tích nồng độ của MEK trong nước tiểu, chúng tôi lấy 56 mẫu nước tiểu của công nhân tiếp xúc với MEK ở một phân xưởng để tại một cơ sở sản xuất da giày, phân tích nồng độ MEK (Bảng 5).

Kết quả Bảng 5 cho thấy: Trong 56 đối tượng tiếp xúc được lấy nước tiểu xét nghiệm nồng độ MEK thì có 4 đối tượng (7,14%) vượt tiêu chuẩn cho phép (>2mg/L). Từ kết quả này chúng tôi nhận thấy thực tế hiện nay, người lao động đang làm việc tại một số cơ sở sản xuất da giày có mức độ nhiễm MEK vượt tiêu chuẩn cho phép. Trong khi Việt Nam chưa có giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc với chất này. Chính vì vậy để bảo vệ người lao động có tiếp xúc với MEK, chúng tôi cho rằng Bộ Y tế nên xem xét, cân nhắc để bổ sung chỉ số giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc với MEK.

Sau khi sử dụng quy trình xây dựng được để phân tích mẫu thực, nhóm nghiên cứu nhận thấy quy trình ổn định, đảm bảo kết quả chính xác. Chính vì vậy quy trình dự thảo ban đầu không cần thay đổi gì sau khi nhóm nghiên cứu áp dụng thực tế.

Bảng 5. Kết quả phân tích MEK trong nước tiểu

TT	Số mẫu phân tích (n)	Nồng độ trung bình (mg/L)	Trung vị	Khoảng giá trị thu được (mg/L)**	Số mẫu không phát hiện	Số mẫu vượt tiêu chuẩn cho phép *	
						Số mẫu	%
Nồng độ MEK trong nước tiểu	56	0,82±0,68	0,31	0,11 - 3,01	13	4	7,14

* Tiêu chuẩn cho phép nồng độ MEK trong nước tiểu của Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (ACGIH) là ≤ 2mg/L;

** Khoảng giá trị thu được không tính các trường hợp không phát hiện

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

1/ Đã thử nghiệm thiết lập được quy trình kỹ thuật định lượng nồng độ MEK trong nước tiểu đảm bảo tính ổn định, độ chính xác với các tiêu chí như sau:

- Khoảng tuyến tính: (0,01 -10)µg/mL.
- Giới hạn phát hiện: 0,003µg/mL
- Giới hạn định lượng: 0,01µg/mL
- Quy trình đảm bảo tính ổn định, độ chính xác trên 97%.

Giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) tương đương và thấp hơn một số tác giả khác đã nghiên cứu, tiết kiệm hóa chất, thời gian phân tích.

2/ Áp dụng quy trình xây dựng được đã phân tích 56 mẫu nước tiểu của 56 đối tượng tiếp xúc với MEK cho thấy 7,14% số mẫu nước tiểu vượt quá giới hạn cho phép nồng độ MEK (>2mg/L) của Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (ACGIH).

4.2. Kiến nghị

Các phòng thí nghiệm y sinh học cần áp dụng quy trình kỹ thuật xác định MEK trong nước tiểu để giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc với MEK.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tạ Thị Thảo (2010), "Giáo trình môn học Thống kê trong hóa phân tích", Trường Đại học

Khoa học Tự nhiên Đại học Quốc Gia Hà Nội.

[2]. Viện kiểm nghiệm an toàn vệ sinh Thực phẩm Quốc Gia (2010), "Thẩm định phương pháp trong phân tích hóa học và vi sinh vật học", NXB Khoa học và Kỹ Thuật.

[3]. Niu S. (2010), "ILO list of occupational diseases and health care workers", Asian-Pacific Newsletter on occupational health and safety, 17 (2), pp.34-38.

[4]. American Conference of Governmental Industrial hygienists (2013), "Methyl Ethyl Ketone In: Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th Ed", ACGIH, Cincinnati, OH.

[5]. American Conference of Industrial Hygienists (2018), "Threshold Limit Value for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices".

[6]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/8319.pdf>

[7]. Michitsuji H., Ohara A., Fukuda M. et al. (1992), "Determination of acetone, methanol, and methyl ethyl ketone in urine using headspace gas chromatography (HS. GC)", Sangyo igaku. Japanese journal of industrial health, 34 (3), pp.243-252.

[8]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2014-151/pdfs/methods/8318.pdf>.

[9]. Chou J. S., Shih T. S., and Chen C. M. (1999), "Detection of methyl ethyl ketone in urine using headspace solid phase microextraction and gas chromatography", J Occup Environ Med, 41 (12), pp.1042-1047.

XÂY DỰNG QUY TRÌNH KỸ THUẬT PHÂN TÍCH 2,5-HD TRONG NƯỚC TIỂU BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ KHÍ

Nguyễn Thị Hiền, Lưu Phi Long, Đỗ Thị Cẩm Nhung, Trần Thị Thùy Dương,

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Methyl n-Buthyl Keton (MnBK) là dung môi thuộc nhóm keton – nhóm chất gây bệnh nghề nghiệp được bảo hiểm (theo ILO - 2010) [3]. Theo khảo sát ban đầu cho thấy trong môi trường làm việc của công nhân da giày có xuất hiện MnBK, nhưng hiện nay tại Việt Nam chưa có giám sát sinh học hay giám sát môi trường cho người lao động có tiếp xúc với chất này. Theo Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (ACGIH - 2018) [4], nồng độ 2,5-hexanedione (2,5-HD) trong nước tiểu được sử dụng làm chất giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc với MnBK trong môi trường lao động.

Trên thế giới đã có các phương pháp nghiên cứu quy trình kỹ thuật phân tích 2,5-HD trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí như: Isao Saito và cộng sự [5], Oliveira A.F và cộng sự [6], Daniela M.N và cộng sự [7] phương pháp 8318 của NIOSH [8].

Để có công cụ cho việc phân tích chỉ số giám sát sinh học học với MnBK chúng tôi tiến thực hiện nghiên cứu “Xây dựng quy trình kỹ thuật phân tích Methyl n-Buthyl Keton trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí”. Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu là: xây dựng được quy trình kỹ thuật phân tích 2,5-HD trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí với độ chính xác trên 96%, giới hạn phát hiện 0,03µg/mL và đề xuất ứng dụng vào việc nghiên cứu chỉ số giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp với MnBK.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Nước tiểu của 56 người lao động tiếp xúc với MnBK để định lượng 2,5-HD-chất chuyển hóa của MnBK

- Quy trình phân tích 2,5-HD niệu-chất chuyển hóa của MnBK theo tài liệu của Laboratory Procedure Manual -The Centers for Disease Control and Prevention (8318-2014) [8].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết kế nghiên cứu

Thử nghiệm xây dựng quy trình trong phòng thí nghiệm, kết hợp với điều tra cắt ngang người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp với MnBK.

2.2.2. Phương pháp kỹ thuật nghiên cứu

- Phương pháp phân tích được xây dựng dựa theo tài liệu của Laboratory Procedure Manual - The Centers for Disease Control and Prevention (8318-2014) [8] với các điều kiện cơ bản như: nhiệt độ cột, nhiệt độ detector...

- Lấy mẫu ngoài hiện trường: lấy mẫu nước tiểu của người lao động tại nơi làm việc

- Khảo sát, thử nghiệm và xây dựng quy trình kỹ thuật xét nghiệm trong phòng thí nghiệm Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động Việt Nam.

a. Thử nghiệm xây dựng quy trình kỹ thuật:

Ứng dụng phương pháp phân tích sắc ký được xây dựng theo tài liệu của Laboratory

Kết quả nghiên cứu KHCN

Procedure Manual -The Centers for Disease Control and Prevention (8318-2014) [8] với các điều kiện:

- Thiết bị: Máy sắc kí khí Agilent..., Tủ âm sâu 86°C,...

- Dụng cụ: Các dụng cụ chuyên dùng như bình định mức, pipet, cột mao quản DB1-MS của Agilent (30m-0,53mm-3,0um),...

- Hóa chất (hóa chất sử dụng trong đề tài của hãng Sigma đảm bảo độ tinh khiết để phân tích lượng vết): Chất chuẩn 2,5 Hexanedinone ≥98%; Cyclohexanone 100%; Chloroform; Khí He 99,999%; HCl 37%.

b. Định lượng nồng độ 2,5-HD niệu trên 56 đối tượng nghiên cứu: bằng quy trình xây dựng được trên máy sắc kí khí GC/FID.

III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả xây dựng quy trình kỹ thuật

3.1.1. Chuẩn hóa các điều kiện cho phép đo

Để chọn được các điều kiện tối ưu cho xây dựng quy trình, chúng tôi đã tiến hành khảo sát, đánh giá và thu được kết quả của từng điều kiện như dưới đây.

a) Hóa chất và dung dịch chuẩn

Hóa chất: Chất chuẩn 2,5 Hexanedinone ≥ 98%; Cyclohexanone 100%; Chloroform; Khí He 99,999%; HCl 37%. Chất chuẩn 2,5 Hexanedinone được chuẩn bị với các mức nồng độ 0,1; 1; 2; 4; 6; 8; 9; 10; 11; 12mg/L.

b) Các thông số cài đặt trên máy GC

Chúng tôi đã khảo sát đối với từng thông số và thu được được các giá trị tối ưu. Tại các giá trị này kết quả của phép đo là tốt nhất. Giá trị của các thông số tối ưu cụ thể như sau:

Thông số cài đặt trên máy phân tích:

- Detector FID
- Tốc độ dòng He: 25mL/min
- Tốc độ dòng khí H₂: 40mL/min

- Nhiệt độ inlet: 250°C
- Nhiệt độ detector: 250°C
- Chế độ chia dòng: 5:1
- Thể tích bơm mẫu: 4μl

Các giai đoạn tăng nhiệt	Tốc độ tăng nhiệt °C/phút	Nhiệt độ °C	Thời gian giữ nhiệt	Thời gian chạy (min)
Nhiệt độ đầu cột		40	1	2
Giai đoạn tăng nhiệt 1	30	100	3	
Giai đoạn tăng nhiệt 2	10	160	1	
Giai đoạn tăng nhiệt 3	25	200	2	19,4

3.1.2. Chọn các điều kiện lấy mẫu, xử lý mẫu để có dung dịch đo

a) Lấy mẫu

Mẫu nước tiểu được thu vào cuối ca của ngày làm việc cuối tuần. Thu từ 10 -15ml nước tiểu đựng vào ống thủy tinh có thể tích 20ml. Bảo quản lạnh, tránh ánh sáng tại hiện trường, khi đưa về phòng thí nghiệm được bảo quản ngăn mát tủ lạnh trước khi phân tích [8].

b) Xử lý mẫu

Mẫu được xử lý với nhiều điều kiện khác nhau và chúng tôi thu được điều kiện cho kết quả tốt nhất là quy trình xử lý mẫu như dưới đây:

Lấy 1ml nước tiểu + thêm 0,1ml HCL sau đó thủy phân 100 độ trong 30 phút, làm lạnh về nhiệt độ phòng, thêm nội chuẩn IS, lắc ngang 2 phút, ly tâm 1500 vòng trong 4 phút, loại bỏ lớp trên lấy lớp dưới cho vào vial 2ml và phân tích trên GC/FID.

Dung dịch chuẩn để xây dựng đường chuẩn được xử lý như mẫu phân tích ở các mức nồng độ: 0,1; 1; 2; 4; 6; 8μg/mL.

3.1.3. Đánh giá các điều kiện của quy trình kỹ thuật

a) Khảo sát khoảng tuyến tính và xây dựng đường chuẩn

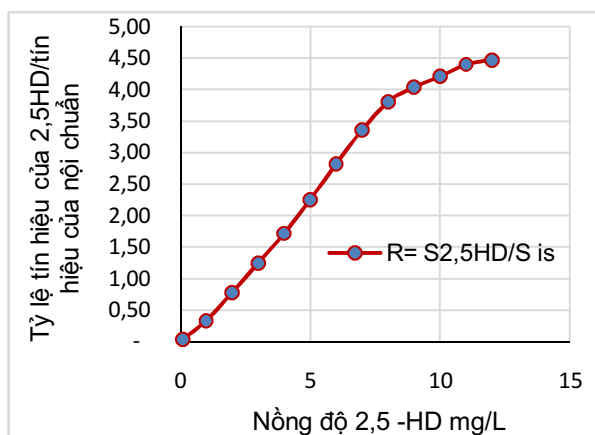
Khảo sát khoảng tuyến tính

Khoảng nồng độ chất phân tích từ giới hạn định lượng đến giới hạn tuyến tính gọi là khoảng tuyến tính. Khoảng tuyến tính của mỗi nguyên tố phân tích ở mỗi vạch phổ khác nhau là khác

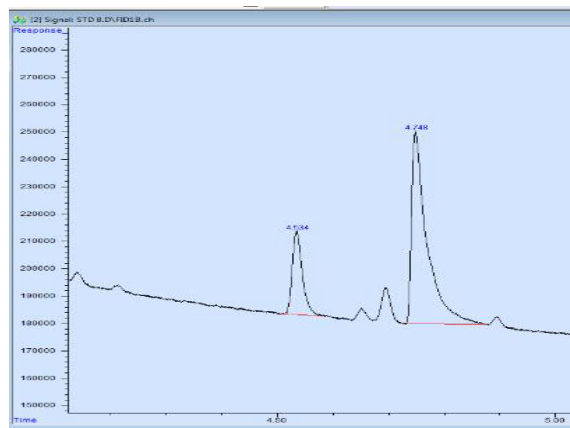
nhau. Vạch phổ nào có độ hấp thụ càng nhạy thì khoảng tuyến tính càng hẹp [1].

Chúng tôi tiến hành khảo sát khoảng tuyến tính của 2,5-HD niệu bằng cách: pha một dãy chuẩn của 2,5-HD trong nước tiểu không phát hiện 2,5-HD là: 0,1; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12 $\mu\text{g/mL}$.

Kết quả khảo sát ở Bảng 1 cho thấy khoảng tuyến tính của 2,5-HD từ 0,1 - 9 $\mu\text{g/mL}$. Từ 9 $\mu\text{g/mL}$ trở lên tín hiệu thu được giảm rõ rệt. Như vậy đề



Hình 1. Kết quả khảo sát khoảng tuyến tính 2,5-HD



Hình 2. Kết quả hình ảnh pic của 2,5 HD và SI

Bảng 1. Kết quả khảo sát khoảng tuyến tính của nguyên tố

TT	Nồng độ ($\mu\text{g/mL}$)	Tín hiệu thu được của 2,5 - HD (mV.s)	Tín hiệu thu được của IS (mV.s)	Tỷ lệ tín hiệu 2,5 - HD/IS	RSD%
1	0,1	19,517	376,923	0,04	1,23
2	1	125,517	370,923	0,34	2,32
3	2	299,985	383,288	0,78	2,18
4	3	471,457	377,746	1,25	1,59
5	4	661,279	384,086	1,72	2,01
6	5	857,090	379,794	2,26	2,91
7	6	1.097,020	388,770	2,82	1,54
8	7	1.287,823	383,010	3,36	1,74
9	8	1.457,823	383,010	3,81	2,65
10	9	1.547,823	383,010	4,04	2,89
11	10	1.587,539	376,839	4,21	4,48
12	11	1.659,538	376,839	4,40	6,49
13	12	1.711,327	382,858	4,47	5,21

Kết quả nghiên cứu KHCN

tài chọn khoảng tuyến tính cho phân tích 2,5-HD là 0,1 - 9 μ g/ml cũng tương đối phù hợp với phương pháp tham khảo ở trên. Vì vậy khi phân tích mẫu nếu hàm lượng nguyên tố cần phân tích nằm ngoài khoảng tuyến thì phải làm giàu mẫu hoặc pha loãng mẫu để phân tích sao cho nồng độ chất phân tích nằm trong khoảng tuyến tính, có như vậy mới đảm bảo được độ chính xác của phép đo.

Xây dựng đường chuẩn

Từ kết quả khảo sát khoảng tuyến tính chúng tôi sử dụng phần mềm minitab 18.0 để xây dựng đường chuẩn. Phương trình đường chuẩn của 2,5-HD trong nước tiểu được chỉ ra ở Hình 3.

Để khẳng định phương pháp không bị mắc sai số hệ thống chúng tôi tiến hành kiểm tra hệ số a theo tiêu chuẩn thống kê Fisher (chuẩn F) [1], [2].

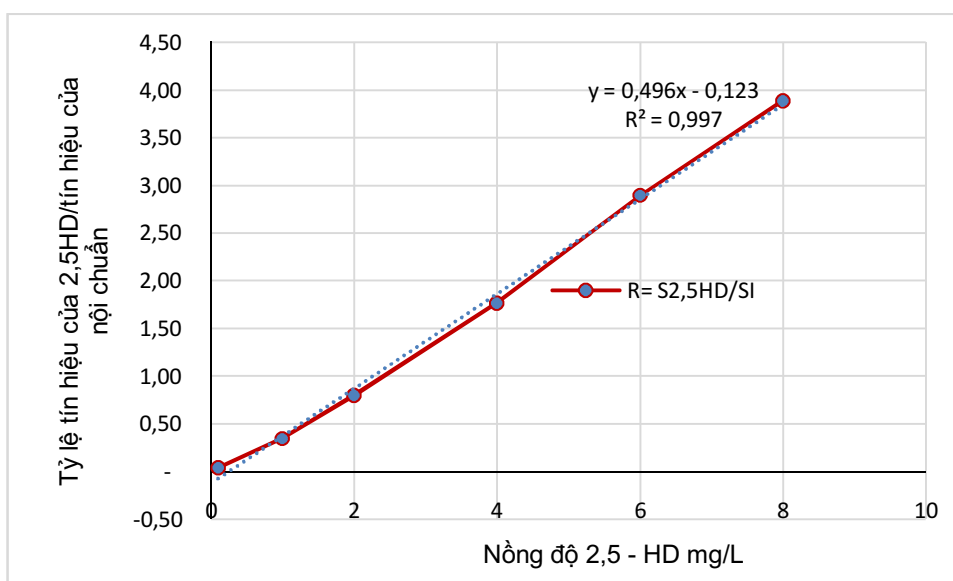
Nếu $F_{\text{tính}} < F_{\text{chuẩn}}$ ($F_{(0,95;4;3)}$) thì sự sai khác giữa giá trị a và 0 không có ý nghĩa thống kê và ngược lại. Kết quả đánh giá của chúng tôi cho thấy $F_{\text{tính}} = S^2/S^2 = 3,21$; $F_{\text{chuẩn}} = F_{(0,95;4;3)} = 6,59$, tức là $F_{\text{tính}} < F_{\text{chuẩn}}$ ở phương trình đường

chuẩn phân tích 2,5-HD trong nước tiểu. Có nghĩa là sự sai khác giữa giá trị a và 0 không có ý nghĩa thống kê. Vì vậy đề tài xác định phương pháp phân tích trên không mắc sai số hệ thống.

b) Giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ)

Đối với sắc ký khí thì việc xác định giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) dựa theo tỷ số tín hiệu/nhiều đường nên là khá phổ biến [1], [2]. Chúng tôi sử dụng cách này để tính LOD, LOQ cho phương pháp, bằng cách thêm một lượng chất chuẩn nhỏ dần vào mẫu nước tiểu không phát hiện 2,5-HD và tại nồng độ 0,03 μ g/mL thu được tín hiệu cao gấp 3 lần so với tín hiệu đường nền. Như vậy theo phương pháp tính LOD dựa trên tỷ số tín hiệu/nhiều chúng tôi thu được LOD=0,03 μ g/mL, LOQ=0,1 μ g/mL.

Căn cứ vào kết quả thu được chúng tôi nhận thấy trong quy trình phân tích 2,5-HD niệu có giới hạn phát hiện 0,03 μ g/mL, giới hạn định lượng là 0,1 μ g/mL. Vậy khoảng tuyến tính của 2,5-HD trong quy trình phân tích 2,5-HD niệu là (LOQ_{Nước tiểu}-9) μ g/mL tương đương (0,1-9) μ g/mL.



Hình 3. Đường chuẩn của quy trình phân tích 2,5-HD

c) Đánh giá độ chính xác của phương pháp/quy trình kỹ thuật

Theo quan điểm của tiêu chuẩn quốc tế (ISO – 5725) và tiêu chuẩn Quốc gia (TCVN 6910) độ chính xác của phương pháp được đánh giá qua độ chụm và độ đúng [1], [2].

Độ chụm chỉ mức độ dao động của các kết quả thử nghiệm độc lập quanh giá trị trung bình.

Độ đúng chỉ mức độ gần nhau giữa giá trị trung bình của kết quả thử nghiệm và giá trị thực hoặc giá trị được chấp nhận là đúng.

Kiểm tra độ chụm

Độ chụm thay đổi theo nồng độ các chất phân tích. Nồng độ chất phân tích càng thấp thì kết quả dao động càng nhiều (không chụm) nghĩa là RSD% hay CV% lớn.

$$SD = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$RSD\% = CV\% = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad [2]$$

Trong đó

SD: Độ lệch chuẩn

n: Số lần lặp lại thí nghiệm

x_i : Giá trị tính được của lần thử nghiệm thứ “i”

$\bar{x}$: Giá trị trung bình của các lần thử nghiệm

CV%: là hệ số biến thiên của phép đo

Có một số cách khác nhau để kiểm tra độ chụm, tuy nhiên trong khuôn khổ nghiên cứu này chúng tôi kiểm tra độ chụm bằng cách dùng mẫu thêm chuẩn - pha ba loại mẫu có nồng độ thêm chuẩn gần giá trị ở điểm đầu, điểm giữa, điểm gần cuối của khoảng tuyến tính (tương đương với các mức nồng độ thấp, trung bình, cao). Mỗi mức nồng độ lặp lại 10 lần. Trên cơ sở kết quả các mẫu lặp lại nhóm nghiên cứu đánh giá CV% kết quả thu được tại Bảng 2.

Kết quả khảo sát ở Bảng 2 cho thấy CV% thu được từ 1,26 – 3,73% nhỏ hơn < 7,3%, nằm trong

Bảng 2. Kết quả khảo sát độ chụm của 2,5-HD trong nước tiểu

Mẫu	Nồng độ 2,5 - HD được thêm vào mẫu không phát hiện 2,5 - HD (mg/L)		
	0,1	4	8
TT Lần lặp lại	Nồng độ thu được		
1	0,101	4,050	8,050
2	0,102	4,010	7,920
3	0,103	4,100	7,930
4	0,100	4,080	7,980
5	0,095	3,950	7,910
6	0,098	3,990	8,120
7	0,104	4,120	8,130
8	0,103	3,970	8,100
9	0,105	3,980	8,190
10	0,094	4,070	8,110
TB	0,101	4,032	8,044
SD	0,004	0,060	0,101
CV%	3,730	1,478	1,260
TCCP của AOAC	< 11%	< 7,3%	< 7,3 %

(AOAC: Association of Official Analytical Chemists – Hiệp hội các nhà hóa phân tích chính thức)

tiêu chuẩn cho phép. Như vậy độ chụm của phương pháp phân tích 2,5-HD đạt tiêu chuẩn cho phép.

Đánh giá độ đúng của phương pháp:

Có nhiều cách để đánh giá độ đúng của phương pháp. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng hiệu suất thu hồi, kết quả đánh giá hiệu suất thu hồi được trình bày ở Bảng 3.

Theo tiêu chuẩn của AOAC về đánh giá độ thu hồi thì độ thu hồi của phương pháp phân tích 2,5 - HD niệu là đạt tiêu chuẩn. Nồng độ chất phân tích từ 0,1 - 10µg/mL thì hiệu suất thu hồi (R%) cho phép là từ 80 - 110%, CV% cho phép < 7,3% [8]. Từ kết quả ở bảng trên cho thấy hiệu suất thu hồi đều nằm trong giới hạn cho phép, giá trị CV% lớn nhất đối điểm đầu khoảng tuyến tính là 3,73% các giá trị này đều nhỏ hơn 7,3%.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 3. Kết quả đánh giá hiệu suất thu hồi của 2,5-HD

Nồng độ 2,5-HD (mg/L)	Nồng độ 2,5-HD được thêm vào nước tiểu không phát hiện 2,5-HD (mg/L)					
	0,1		4		8	
Số lần lặp lại	Kết quả thu được (mg/L)	R%	Kết quả thu được (mg/L)	R%	Kết quả thu được (mg/L)	R%
1	0,101	101,00	4,050	101,250	8,050	100,625
2	0,102	102,00	4,010	100,250	7,920	99,000
3	0,103	103,00	4,100	102,500	7,930	99,125
4	0,100	100,00	4,080	102,000	7,980	99,750
5	0,095	95,00	3,950	98,750	7,910	98,875
6	0,098	98,00	3,990	99,750	8,120	101,500
7	0,104	104,00	4,120	103,000	8,130	101,625
8	0,103	103,00	3,970	99,250	8,100	101,250
9	0,105	105,00	3,980	99,500	8,190	102,375
10	0,094	94,00	4,070	101,750	8,110	101,375
TB		100,50		100,800		100,550
SD		3,749		1,490		1,267
CV%		3,730		1,478		1,260
TCCP của AOAC hiệu suất thu hồi nằm trong khoảng 80 – 110%						

Cụ thể hiệu suất thu hồi của 2,5-HD từ (94 – 104)%. Kết quả này cho thấy phương pháp phân tích 2,5-HD đảm bảo độ đúng.

Từ kết quả kiểm tra độ chụm và độ đúng của phương pháp cho thấy các phương pháp phân tích 2,5-HD niệu mà chúng tôi chọn áp dụng đảm bảo độ chính xác. Dựa vào kết quả đánh giá chúng tôi thu được độ chính xác của phương pháp phân tích 2,5-HD $\geq 96,27\%$.

d) Đánh giá độ ổn định của phương pháp

Độ ổn định của phương pháp là khả năng cung cấp các kết quả có độ chính xác chấp nhận được dưới những điều kiện có sự thay đổi về một số điều kiện thực hiện phương pháp như: giữa người A người B, giữa máy A với máy B, giữa điều kiện A với điều kiện B. Đánh giá độ ổn định của phương pháp có thể sử dụng mẫu thêm chuẩn ở 3 mức nồng độ của khoảng tuyến tính (khoảng đầu, khoảng giữa, khoảng cuối), lặp lại 10 lần ở mỗi mức nồng độ,

đánh giá các nhóm kết quả trong điều kiện khác nhau [1], [2].

Trong nghiên cứu này để kiểm tra độ ổn định của phương pháp chúng tôi tiến hành với mẫu thêm chuẩn khi thay đổi điều kiện về thời gian và người phân tích kết quả thu được tại Bảng 4.

Với điều kiện thay đổi về thời gian, người thực hiện chúng tôi nhận thấy độ ổn định của phương pháp vẫn đảm bảo. Kết quả đánh giá được thể hiện ở Bảng 4. Qua 3 tuần khác nhau kết quả mẫu lặp lại ở 3 mức nồng độ của khoảng tuyến tính có CV% nằm trong tiêu chuẩn cho phép của AOAC, đồng thời không có sự khác biệt về kết quả của các khoảng thời gian (3 tuần, 3 nhân viên khác nhau) đánh giá.

Như vậy, qua việc đánh giá những tiêu chí cần thiết cho một quy trình phân tích, nhóm nghiên cứu nhận thấy quy trình phân tích 2,5-HD trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký khí là đạt yêu cầu của một quy trình phân tích.

Bảng 4. Thay đổi về điều kiện thời gian đánh giá độ ổn định của quy trình phân tích 2,5-HD trong nước tiểu

Nồng độ chất chuẩn	Thời gian phân tích	Nồng độ trung bình 2,5-HD ($\mu\text{g/mL}$)	CV%	P
Nồng độ thấp 0,1($\mu\text{g/mL}$)	Tuần 1 (NV1)	0,103	2,12	> 0,05
	Tuần 2 (NV2)	0,101	2,12	
	Tuần 3 (VN3)	0,098	1,46	
Nồng độ trung bình 4($\mu\text{g/mL}$)	Tuần 1 (NV1)	4,050	2,25	> 0,05
	Tuần 2 (NV2)	4,010	1,73	
	Tuần 3 (VN3)	3,980	2,04	
Nồng độ cao 8($\mu\text{g/mL}$)	Tuần 1 (NV1)	7,980	2,17	>0,05
	Tuần 2 (NV2)	7,910	2,27	
	Tuần 3 (VN3)	8,120	2,41	

Sau khi đánh giá quy trình chúng tôi nhận thấy các quy trình phân tích có một số đặc điểm dưới đây:

So với kết quả nghiên cứu của một số tác giả khác thì quy trình của chúng tôi xây dựng có khoảng tuyến tính, giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng tương đương, thậm chí còn tốt hơn một số quy trình phân tích của một số tác giả khác. Cụ thể so với phương pháp của Isao Saito và cộng sự [5], Daniela M.N và cộng sự [7], Oliveira A.F và cộng sự [6] LOD của trong phương pháp của chúng tôi tốt hơn nhiều (0,01 $\mu\text{g/mL}$) so với LOD của Isao Saito và cộng sự (0,05mg/L) [5], Daniela M.N và cộng sự (0,1 mg/L) [7] phương pháp 8318 của NIOSH có LOD = 0,2mg/L [8]. Bên cạnh đó phương pháp phân tích 2,5 - HD của chúng tôi có hiệu suất thu hồi (94% – 104%) - tốt hơn so với một số phương pháp đã tham khảo ở trên. Nếu so với phương pháp 8318 thì phương pháp của chúng tôi có nhiều ưu điểm hơn vì phương pháp 8318 có LOD quá lớn (0,2mg/L) - thì những mẫu có nồng độ thấp hơn không thể phát hiện được. Quy trình của chúng tôi có độ chính xác, độ thu hồi nằm trong giới hạn cho phép của AOAC và tốt hơn của phương pháp của NIOSH 8319 và tương đương với các quy trình nghiên cứu trước đó cùng trên thiết bị GC.

Quy trình này có thể ứng dụng trên các máy thể hệ tương đương hoặc thể hệ tiếp theo của hãng. Đối với những hãng khác chỉ cần là những máy có điều kiện và tính năng kỹ thuật tương tự (ứng dụng) nếu hiện đại hơn thì càng tốt đều có thể dùng được.

3.2. Kết quả định lượng chất chuyển hóa

Để ứng dụng quy trình phân tích nồng độ của MnBK trong nước tiểu, chúng tôi lấy 56 mẫu nước tiểu của công nhân tiếp xúc với MnBK ở một phân xưởng để tại một cơ sở sản xuất da giày, phân tích nồng độ 2,5-HD

Kết quả Bảng 5 cho thấy: Trong 56 đối tượng tiếp xúc được lấy nước tiểu xét nghiệm nồng độ 2,5-HD thì có 2 đối tượng (3,57%) vượt tiêu chuẩn cho phép (>5mg/g creatinin). Từ kết quả này chúng tôi nhận thấy thực tế hiện nay, người lao động đang làm việc tại một số cơ sở sản xuất da giày có mức nồng độ 2,5-HD vượt tiêu chuẩn cho phép. Trong khi Việt Nam chưa tiêu chuẩn cho phép đối với chất này. Chính vì vậy để bảo vệ người lao động có mức thẩm nhiễm 2,5-HD chưa được bảo vệ, chúng tôi cho rằng Bộ Y tế nên xem xét, cân nhắc để bổ sung chỉ số giám sát sinh học cho người lao động có mức độ thẩm nhiễm 2,5-HD.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 5. Kết quả phân tích MnBK trong nước tiểu

TT	Số mẫu phân tích (n)	Nồng độ trung bình mg/g creatinin	Trung vị	Khoảng giá trị thu được mg/g creatinin	Số mẫu không phát hiện	Số mẫu vượt tiêu chuẩn cho phép *	
						Số mẫu	%
Nồng độ 2,5-HD niệu	56	2,32 ± 2,15	1,90	0,05 – 9,28	22	2	3,57

* Tiêu chuẩn cho phép nồng độ 2,5HD trong nước tiểu của Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (ACGIH) là ≤ 5 mg/g creatinin; ** Khoảng giá trị thu được không tính các trường hợp không phát hiện

Sau khi sử dụng quy trình xây dựng được để phân tích mẫu thực, nhóm nghiên cứu nhận thấy quy trình ổn định, đảm bảo kết quả chính xác. Chính vì vậy quy trình dự thảo ban đầu không cần thay đổi gì sau khi nhóm nghiên cứu áp dụng thực tế.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

1/ Đã thử nghiệm thiết lập được quy trình kỹ thuật định lượng nồng độ 2,5-HD trong nước tiểu đảm bảo tính ổn định, độ chính xác trên 96%. với các tiêu chí như sau:

- Khoảng tuyến tính: (0,1 -9)µg/mL.
- Giới hạn phát hiện: 0,03µg/mL
- Giới hạn định lượng: 0,1µg/mL

Giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) tương đương và thấp hơn một số tác giả khác đã nghiên cứu, tiết kiệm hóa chất, thời gian phân tích.

2/ Áp dụng quy trình xây dựng được: phân tích 56 mẫu nước tiểu của 56 đối tượng tiếp xúc với MnBK cho thấy có 3,57% số mẫu nước tiểu vượt quá giới hạn cho phép nồng độ 2,5-HD (>5mg/g creatinin) của Hiệp hội các nhà vệ sinh công nghiệp Mỹ (ACGIH)

4.2. Kiến nghị

Các phòng thí nghiệm y sinh học cần áp dụng quy trình kỹ thuật xác định 2,5-HD trong nước tiểu để giám sát chỉ số sinh học cho người lao động có tiếp xúc với MnBK.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tạ Thị Thảo (2010), "Giáo trình môn học Thống kê trong hóa phân tích", Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Đại học Quốc Gia Hà Nội.
- [2]. Viện kiểm nghiệm an toàn vệ sinh Thực phẩm Quốc Gia (2010), "Thẩm định phương pháp trong phân tích hóa học và vi sinh vật học", NXB Khoa học và Kỹ Thuật.
- [3]. Niu S. (2010), "ILO list of occupational diseases and health care workers", Asian-Pacific Newsletter on occupational health and safety, 17 (2), pp.34-38.
- [4]. American Conference of Industrial Hygienists (2018), "Threshold Limit Value for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices",
- [5]. Saito I., Shibata E., Huang J. et al. (1991), "Determination of urinary 2, 5-hexanedione concentration by an improved analytical method as an index of exposure to n-hexane", Occupational and Environmental Medicine, 48 (8), pp.568-574.
- [6]. Oliveira A. F. F., Maia P. P., Paiva M. J. N. et al. (2009), "Determination of 2, 5-hexanedione in urine by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography", Journal of analytical toxicology, 33 (4), pp.223-228.
- [7]. Nolasco D. M., Gusmão A., and Siqueira M. E. P. B. d. (2007), "Urinary 2, 5-hexanedione in workers exposed to n-hexane: influence of the sample treatment", Química Nova, 30 (4), pp.805-808.
- [8]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2014-151/pdfs/methods/8318.pdf>.

KẾT QUẢ ĐIỀU TRA MỘT SỐ DẤU HIỆU TẦM HOẠT ĐỘNG TAY (DẤU HIỆU NHÂN TRẮC ĐỘNG) CỦA NGƯỜI VIỆT NAM TRONG LỬA TUỔI LAO ĐỘNG GIAI ĐOẠN HIỆN NAY

TS. Phạm Thị Bích Ngân, ThS. Nguyễn Thị Hiền, PGS.TS. Nguyễn Đức Hồng và cộng sự

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

Tóm tắt:

Nội dung bài báo trình bày sơ bộ kết quả thực hiện đo trực tiếp 18 thông số tầm hoạt động (THĐ) tay trên 9 mặt phẳng ngang theo tia góc 90° của 2973 đối tượng trong các ngành nghề nông-công nghiệp, học sinh-sinh viên và lao động tự do tại một số tỉnh thành thuộc miền Bắc và miền Nam. Từ kết quả đo trực tiếp và tính toán nội suy, đề tài đã cho ra bộ số liệu đầy đủ gồm: 270 thông số THĐ tay (với 72 bảng số liệu THĐ tay) trên 9 mặt phẳng ngang và các tia góc khác nhau (như trong Atlas 1997). Kết quả về THĐ tay của người miền Bắc và miền Nam được phân chia theo miền, giới (nam và nữ) và theo 5 nhóm tuổi. Các kết quả cũng chỉ ra có sự sai khác giữa nam và nữ, nhưng ở hầu hết các lớp tuổi, giữa các miền khảo sát sự chênh lệch nhau không có ý nghĩa thống kê.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tầm hoạt động tay là chỉ tiêu nhân trắc quan trọng cung cấp cho người thiết kế những giới hạn cần thiết cho việc bố trí cơ quan điều khiển tại chỗ làm việc. Các công trình nghiên cứu về tầm hoạt động của tay tiêu biểu là:

Việc nghiên cứu một cách có hệ thống và đã sơ bộ chuẩn hoá về phương pháp được kể đến sớm nhất là công trình của Barnes (Pháp) vào đầu những năm 1960. Qua kết quả nghiên cứu, Barnes đã xác định những vòng cung thể hiện THĐ của tay và chỉ ra khu vực được coi là thuận lợi nhất cho THĐ của tay, đó là khu vực giao chồng lên nhau của hai vòng cung tay phải và tay trái [1].

Vào những năm 1967-1968, Rebiffe (Pháp) đã xác định vùng hoạt động của tay theo hai mặt phẳng: mặt ngang và mặt dọc (là mặt qua trục đối xứng cơ thể) trong trạng thái ngồi với mặt

lưng có độ nghiêng về trước 30° [1].

Cũng trong những năm 1970, Kenedy (Mỹ) [2] đã mở rộng phương pháp khảo sát theo không gian 3 chiều và với một số mặt ngang song song có độ cao thấp khác nhau nhằm nghiên cứu chủ yếu tầm hoạt động tay trong không gian phục vụ cho thiết kế cabin máy bay.

Theo phương châm của Kenedy, tác giả Eva Nowak, 1976 (Ba Lan) đã đề xuất hệ thống đo tầm hoạt động tay và đã đo tầm hoạt động tay của nam, nữ người Ba Lan trên 10 mặt phẳng ở các độ cao khác nhau [1].

Trong giai đoạn 1986-1990, Viện nghiên cứu KHKT Bảo hộ lao động đã chủ trì và xây dựng tập "Atlas nhân trắc học người Việt Nam trong lứa tuổi lao động - Dấu hiệu nhân trắc động về

tầm hoạt động của tay”. Toàn bộ nội dung cuốn sách đã được một hội đồng các chuyên gia chuyên ngành do GS. Nguyễn Tấn Gi Trọng làm chủ tịch nhất trí thông qua [1].

Công trình nghiên cứu điều tra cơ bản về THĐ tay của người Việt Nam đã được Viện nghiên cứu KHKT Bảo hộ lao động (nay đổi tên thành Viện khoa học An toàn và vệ sinh lao động) và Viện Y học Lao động và vệ sinh môi trường (nay đổi tên thành Viện Sức khỏe nghề nghiệp và Môi trường) thực hiện 30 năm về trước. Các đặc điểm nhân trắc của người Việt Nam cũng tuân thủ qui luật gia tăng theo thời gian của nhân loại. Thực tế, đặc điểm nhân trắc của người Việt Nam hiện nay đã khác xa so 30 năm về trước, việc nghiên cứu xây dựng một tập Atlas nhân trắc phục vụ cho mục tiêu nghiên cứu, thiết kế, đánh giá Ecgonômi ở Việt Nam là rất cần thiết

Trong phạm vi bài báo này, nhóm nghiên cứu trình bày một số kết quả về THĐ tay của người miền Bắc Việt Nam trong độ tuổi lao động hiện nay giai đoạn 2017-2019.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Người Việt Nam (người dân tộc Kinh) trong độ tuổi lao động (từ 16-60 tuổi), có thể hình bình thường, đang làm việc trong các ngành công nghiệp, nông nghiệp, học sinh sinh viên và lao động tự do ở miền Bắc và miền Nam.

2.2. Kỹ thuật đo các dấu hiệu nhân trắc THĐ tay

Để đo THĐ của tay theo tia góc 90° , sử dụng phòng đo, dựa trên kết quả đo chiều cao ngồi đến đốt cổ VII để xác định độ cao cho mặt phẳng ngang zero. Về phía trên và phía dưới của mặt ngang zero có thêm 4 mặt ngang nữa cách đều nhau 12cm. Như vậy, phía trên lần lượt từ trên xuống có các mặt ngang: +48cm, +36cm, +24cm, +12cm và cũng như vậy xuống phía dưới có các mặt ngang: -12cm, -24cm, -36cm và -48cm tính từ mặt ngang zero. Đo thực tế số liệu theo tia góc 90° làm dẫn liệu cơ bản để nội suy cho các tia góc còn lại như trong Atlas, 1997.



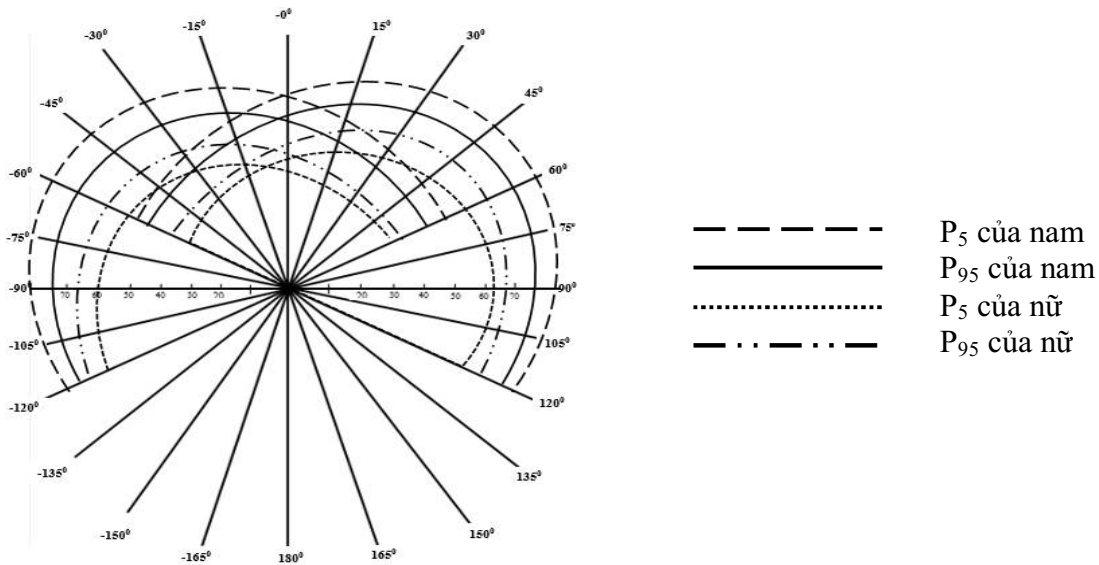
Hình minh họa việc đo THĐ tay theo tia góc 90°

Ghế ngồi đặt chính giữa phòng đo. Người đo hướng dẫn đối tượng ngồi vào ghế đo, điều chỉnh cho đối tượng ngồi đúng tư thế chuẩn, đầu và thân cố định, lưng áp sát vào mặt phẳng phòng đo và hai môm cùng vai (acromion) của đối tượng trùng với vạch ngang mặt phẳng zero. Đối tượng 2 tay cầm bút viết bảng (đầu viết quay vào trong), giữ cố định thân mình, cử động tay từ dưới lên trên tạo thành vạch bút liên tục trên mặt phẳng phòng đo. Sau đó đọc kết quả trên 9 mặt ngang (+48cm, +36cm, +24cm, +12cm, zero, -12cm, -24cm, -36cm và -48cm), xóa bảng sau khi đọc xong kết quả đo của mỗi đối tượng đo được ghi vào phiếu đo.

Sử dụng các dẫn liệu nhân trắc có trong Atlas năm 1991 [1] tính tỷ số của tia góc cần nội suy với tia góc 90° theo giá trị trung bình cộng, P5, P95 của từng lớp tuổi, giới và vùng lãnh thổ. Sau đó, lấy giá trị trung bình cộng, P5, P95 theo từng mặt phẳng, lớp tuổi, giới và vùng lãnh thổ của tia góc 90° mới đo trực tiếp nhân với tỷ số tính được ở trên sẽ được các giá trị nội suy.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

Kết quả đo và nội suy tầm hoạt động của tay trên 9 mặt phẳng ngang (-48, -36, -24, -12, zero, +12, +24, +36, +48) theo 4 lớp tuổi (16-19, 20-29, 30-39, 40-49) thuộc hai miền (miền Bắc và



Biểu đồ Tầm hoạt động của tay ở độ cao -12cm

miền Nam với $n=2873$ người) được trình bày đầy đủ thành 72 bảng số liệu. Dưới đây là một số nhận xét chung như sau:

Quan sát số liệu kết quả THĐ tay trên 9 mặt phẳng ngang cho thấy ở những độ cao khác nhau thì tầm hoạt động của tay, đặc biệt là bên phía nghịch (bên trái với tay phải và bên phải với tay trái) đạt được mức tối đa khác nhau. Ở các mặt ngang -24, -12, zero (Biểu đồ) thì tầm với tay thường đạt tới góc nghịch 60°. Đó là những mặt ngang mà trên đó tầm với tay vươn rộng nhất sang bên phía nghịch. Ngược lại, ở mặt ngang -48, các đối tượng chỉ đạt tới góc nghịch là 0° (với nam) hoặc 15° (với nữ).

Khi so sánh số đo THĐ tay trên các mặt ngang, từ phía thuận sang phía nghịch thấy có một xu hướng chung là số đo lớn dần từ sau ra trước (từ góc thuận sang góc nghịch) và đạt lớn nhất ở góc thuận 45°, rồi giảm dần khi quạt tay sang phía góc nghịch. Số đo THĐ tay ứng với các góc nghịch thường nhỏ hơn nhiều so với các góc thuận đối xứng, nghĩa là bên phía thuận vùng hoạt động của tay rộng xa hơn nhiều.

Nhật riêng các số đo THĐ tay theo tia góc 90° xếp theo thứ tự từ mặt ngang +48 xuống +36,

+24, +12, zero, -12, -24, -36, -48 để thấy rõ THĐ của tay theo mặt dọc – từ trên xuống dưới theo tia góc 90°. Bảng 1 trình bày giá trị trung bình THĐ tay theo mặt dọc theo tia góc 90° của nam nữ người miền Bắc và miền Nam ở lớp tuổi 16-19 làm thí dụ để phân tích, so sánh.

Theo dõi số đo THĐ tay trên mặt dọc (Bảng 1) thì thấy, số đo lớn dần từ trên xuống dưới cho đến độ cao zero đối với nữ và -12cm đối với nam là lớn nhất, sau đó lại nhỏ dần xuống phía dưới. Nhận xét này phù hợp với hình thể giải phẫu vì cánh tay, cẳng tay và bàn tay ở trên mặt ngang zero và -12cm đều cùng nằm trên cùng một hướng. Bảng 1 còn cho thấy, những số đo trên các mặt phía dưới (mặt âm so với mặt zero) đều lớn hơn số đo trên mặt ngang đối xứng về phía trên.

Để so sánh THĐ tay giữa các vùng lãnh thổ, giá trị t test giữa người miền Bắc và người miền Nam theo tia góc 90° trên các mặt ngang, theo các lớp tuổi được đưa ra ở Bảng 2. Giá trị t test mang dấu (-) thể hiện giá trị trung bình của người miền Bắc nhỏ hơn của người miền Nam.

Như kết quả nghiên cứu nhân trắc tĩnh, chiều cao đứng trung bình của nam miền Bắc

Kết quả nghiên cứu KHCN

(164,7±5,8cm) và nam miền Nam (164,9±5,8cm) cũng như của nữ miền Bắc (154,4±5,5cm) và nữ miền Nam (154,6±4,7cm) chênh lệch không nhiều ở mọi lớp tuổi (giá trị $t < 1,96$). Kết quả Bảng 2 cho thấy, giá trị trung bình THĐ tay của

người miền Nam tuy có lớn hơn của người miền Bắc (hầu hết giá trị t test mang dấu (-)), nhưng sự khác biệt đó cũng không có ý nghĩa thống kê (giá trị tuyệt đối của t test $< 1,96$) ở cả 4 lớp tuổi, ở cả tay phải và tay trái, ở cả nam và nữ.

Bảng 1. THĐ của tay từ trên xuống dưới (mặt dọc) theo tia góc 90° ở lớp tuổi 16- 19

Mặt ngang	Miền Bắc				Miền Nam			
	Nam		Nữ		Nam		Nữ	
	Tay phải	Tay trái	Tay phải	Tay trái	Tay phải	Tay trái	Tay phải	Tay trái
48	53,08	52,19	47,17	46,27	53,66	52,82	47,63	46,70
36	62,94	62,04	57,38	56,46	63,37	62,60	58,09	57,17
24	68,92	67,98	63,52	62,58	69,39	68,67	64,42	63,49
12	72,44	71,79	66,56	65,63	72,85	72,20	66,79	65,96
Zero	73,88	73,03	68,14	67,27	74,16	73,59	68,60	67,86
-12	73,93	73,28	68,05	67,20	74,42	73,81	68,38	67,58
-24	71,16	70,29	66,31	65,62	71,48	70,90	67,23	66,46
-36	65,77	64,85	60,18	59,31	65,99	65,36	61,17	60,26
-48	55,48	54,60	50,32	49,43	55,28	54,58	50,64	49,72

Bảng 2. So sánh THĐ của tay giữa người miền Bắc và người miền Nam theo tia góc 90° trên các mặt ngang

Lớp tuổi	Giới - tay	Giá trị tuyệt đối t – test trên mặt ngang								
		48	36	24	12	Zero	-12	-24	-36	-48
16-19	Nam, tay phải	-1,16	-0,89	-1,09	-0,98	-0,71	-1,23	-0,74	-0,47	0,42
	Nữ, tay phải	-0,92	-1,29	-1,73	-0,48	-1,08	-0,72	-1,77	-1,77	-0,56
	Nam, tay trái	-1,25	-1,15	-1,61	-0,98	-1,42	-1,31	-1,42	-1,08	0,05
	Nữ, tay trái	-0,84	-1,29	-1,72	-0,67	-1,36	-0,80	-1,68	-1,69	-0,50
20-29	Nam, tay phải	0,03	-0,25	1,63	1,21	-1,47	-2,27	-0,41	-0,93	-1,68
	Nữ, tay phải	1,34	-0,96	1,49	1,09	-0,77	-1,09	-1,55	-0,55	0,37
	Nam, tay trái	0,29	-0,82	1,58	1,42	-1,52	-1,59	-0,42	-0,80	-1,49
	Nữ, tay trái	1,45	-0,65	0,80	1,23	-1,00	-1,78	-1,47	-0,26	0,77
30-39	Nam, tay phải	-1,00	-1,52	-1,69	-1,77	-1,60	-2,25	0,70	-1,52	-1,62
	Nữ, tay phải	-1,47	-1,21	-0,86	-1,58	-1,07	-0,45	-1,11	-1,64	-0,23
	Nam, tay trái	-0,74	-1,35	-1,17	-1,23	-1,67	-1,86	1,12	-1,27	-1,20
	Nữ, tay trái	-1,38	-1,25	-0,73	-1,74	-1,24	-0,55	-0,75	-1,38	-0,43
40-49	Nam, tay phải	-0,89	-0,66	-0,60	-0,94	-0,76	-1,30	-0,95	-1,38	-1,28
	Nữ, tay phải	-0,51	-1,73	-1,69	-1,22	-1,79	-1,96	-1,51	-1,51	-1,79
	Nam, tay trái	-0,88	-0,93	-1,73	-1,46	-0,66	-1,29	-0,82	-1,08	-1,19
	Nữ, tay trái	-0,98	-1,64	-1,69	-0,47	-1,26	-1,84	-1,45	-1,20	-1,69

Kết quả nghiên cứu KHCVN

Để so sánh THĐ tay giữa tay phải và tay trái, giá trị t test giữa tay phải và tay trái theo tia góc 90° trên các mặt ngang, từng lớp tuổi, từng miền và từng giới được đưa ra ở Bảng 3.

Sự đối xứng hai bên cơ thể động vật nói chung và con người nói riêng chỉ có tính đại thể và chỉ có ý nghĩa tương đối. Do vậy, nếu nói rằng có sự không giống nhau giữa tay phải và tay trái con người, chẳng hạn về chiều dài thì điều đó cũng là dễ hiểu và không có gì đáng nghi ngại hay phải tìm minh chứng. Hơn nữa, THĐ tay trong không gian không chỉ phụ thuộc và độ dài tuyệt đối của từng đoạn xương mà còn phụ thuộc nhiều vào THĐ của khớp. THĐ khớp lại liên quan đến quá trình luyện tập, thói quen. Vậy nên, nếu ai đó có tay trái dài hơn, vớ xa hơn, hoạt động rộng hơn tay phải thì cũng không phải là điều gì xa lạ với quan niệm phổ biến. Những người đó thường là những người thuận tay trái bẩm sinh. Tuy nhiên, xu hướng chung là THĐ của tay phải có lớn hơn một chút so với tay trái một phần vì có

không quá 5% số đối tượng nghiên cứu thuận tay trái. Kết quả Bảng 3 chỉ ra sự chênh lệch về THĐ của tay phải và tay trái không nhiều. Giá trị t test THĐ của tay phải và tay trái ở cả nam và nữ, ở cả miền Bắc và miền Nam và ở tất cả các lớp tuổi đều không vượt quá 1,96, tức là sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Để so sánh THĐ tay giữa các lớp tuổi, giá trị t test về THĐ của tay phải giữa các lớp tuổi theo tia góc 90° trên các mặt ngang, từng miền và từng giới được đưa ra ở Bảng 4. Giá trị t test mang dấu (-) thể hiện giá trị trung bình của lớp tuổi cao hơn nhỏ hơn của lớp tuổi thấp hơn.

Tính giá trị t test về THĐ của tay phải giữa nam và nữ người miền Bắc theo tia góc 90° trên các mặt ngang, từng lớp tuổi được đưa ra ở Bảng 5 làm thí dụ để phân tích và so sánh.

Tương tự như các đặc điểm nhân trắc tĩnh, THĐ tay của nam giới thường lớn hơn đáng kể so với nữ giới. Bảng 5 cho thấy, trung bình THĐ

Bảng 3. So sánh THĐ của tay giữa tay phải và tay trái theo tia góc 90° trên các mặt ngang

Giới-vùng	Lớp tuổi	Giá trị tuyệt đối t – test trên mặt ngang								
		48	36	24	12	Zero	-12	-24	-36	-48
Nam giới miền Bắc	16-19	1,62	1,70	1,94	1,37	1,90	1,42	1,67	1,66	1,55
	20-29	1,62	1,78	1,86	1,62	1,85	1,07	1,67	1,68	1,87
	30-39	1,61	1,89	1,83	1,80	1,89	1,94	1,71	1,96	1,86
	40-49	0,99	1,23	2,12	1,77	1,35	1,57	1,16	0,67	1,06
Nữ giới miền Bắc	16-19	1,74	1,71	1,67	1,79	1,88	1,64	1,25	1,43	1,41
	20-29	1,38	1,51	1,77	1,89	1,93	1,88	1,44	1,70	1,53
	30-39	1,57	1,58	1,61	1,91	1,80	1,78	1,15	1,65	1,76
	40-49	1,63	1,69	1,63	1,45	1,68	1,94	1,49	1,65	1,65
Nam giới miền Nam	16-19	1,83	1,77	1,94	1,86	1,72	1,85	1,76	1,72	1,79
	20-29	1,78	1,21	1,92	1,94	1,89	1,87	1,91	1,84	1,80
	30-39	1,87	1,73	1,94	1,91	1,65	2,16	1,73	1,76	1,54
	40-49	1,39	1,21	1,28	1,37	1,59	1,90	1,64	1,21	1,65
Nữ giới miền Nam	16-19	1,93	1,64	1,93	1,90	1,88	1,89	1,68	1,77	1,79
	20-29	1,93	1,86	1,08	1,90	1,59	1,17	1,71	1,88	1,80
	30-39	1,94	1,48	1,67	1,93	1,85	1,83	1,59	1,87	1,59
	40-49	1,21	1,79	1,39	1,87	1,92	1,91	1,45	1,79	1,53

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 4. So sánh THĐ của tay phải giữa các lớp tuổi theo tia góc 90° trên các mặt ngang

Tay-giới-miền	So sánh giữa các lớp tuổi	Giá trị tuyệt đối t – test trên mặt ngang								
		48	36	24	12	Zero	-12	-24	-36	-48
Tay phải nam giới miền Bắc	16-19&20-29	-0,40	0,24	-2,25	-1,59	0,15	1,10	-1,47	-1,74	-0,22
	16-19&30-39	1,92	1,80	2,20	2,08	0,59	2,09	-1,04	0,71	2,24
	16-19&40-49	1,68	1,92	2,90	2,96	3,68	2,87	1,67	2,24	1,61
	20-29&30-39	2,36	1,68	5,03	4,09	0,46	1,04	0,51	2,80	3,01
	20-29&40-49	2,01	1,81	5,04	4,57	3,71	2,03	3,03	3,89	1,99
	30-39&40-49	0,21	0,46	1,29	1,37	3,36	1,20	2,70	1,85	-0,13
Tay phải nam giới miền Nam	16-19&20-29	0,74	0,95	0,33	0,52	-0,62	0,19	-1,56	-2,62	-2,43
	16-19&30-39	2,23	1,20	1,69	1,34	-0,29	1,11	0,37	-0,33	0,14
	16-19&40-49	2,12	2,43	3,85	3,42	4,08	3,04	1,75	1,72	0,14
	20-29&30-39	1,31	0,29	1,35	0,85	0,29	0,90	1,58	1,90	2,11
	20-29&40-49	1,28	1,49	3,49	2,89	4,44	2,77	2,89	3,83	2,39
	30-39&40-49	0,05	1,14	2,09	1,91	4,05	1,81	1,15	1,78	-0,02
Tay phải nữ giới miền Bắc	16-19&20-29	-1,22	0,73	-1,01	-1,44	-0,39	0,06	0,82	-1,62	-0,39
	16-19&30-39	1,59	1,60	1,64	1,59	3,46	1,91	2,20	1,49	2,00
	16-19&40-49	2,81	3,19	4,29	4,95	5,38	4,31	3,68	2,83	2,14
	20-29&30-39	2,71	0,87	2,85	3,26	4,11	2,04	1,56	3,38	2,67
	20-29&40-49	3,90	2,42	5,92	7,28	6,31	4,78	3,18	4,99	2,84
	30-39&40-49	1,14	1,49	2,68	3,34	1,57	2,29	1,37	1,36	0,11
Tay phải nữ giới miền Nam	16-19&20-29	1,04	1,08	2,26	0,06	-0,03	-0,20	1,37	-0,36	0,55
	16-19&30-39	1,24	1,58	2,62	0,65	4,06	2,48	3,11	1,82	2,69
	16-19&40-49	3,41	2,84	4,61	4,15	4,81	3,49	4,22	3,36	1,12
	20-29&30-39	0,21	0,56	0,49	0,59	4,01	2,72	1,87	2,14	1,99
	20-29&40-49	2,52	1,77	2,43	4,09	4,75	3,74	3,00	3,65	0,54
	30-39&40-49	2,30	1,12	1,81	3,53	0,94	0,94	1,04	1,49	-1,46

tay của nam giới lớn hơn nữ giới từ 5-7cm. Sự sai khác về THĐ tay giữa nam và nữ là một đặc điểm xác thực và có ý nghĩa thống kê ở mức xác suất lớn nhất ($t > 3,26$ hay $p < 0,001$).

IV. KẾT LUẬN

Từ kết quả khảo sát phân tích THĐ tay nêu trên, nhóm tác giả rút ra một số kết luận như sau:

- Ở những độ cao khác nhau thì THĐ của tay, đặc biệt là bên phải nghịch (bên trái với tay phải và bên phải với tay trái) đạt được mức tối đa khác

nhau. Ở các mặt ngang -24, -12, zero thì tầm với tay thường đạt tới góc nghịch 60°. Ngược lại, ở mặt ngang -48, các đối tượng chỉ đạt tới góc nghịch là 0° (với nam) hoặc 15° (với nữ).

- Trên các mặt ngang thì số đo THĐ tay lớn dần từ sau ra trước (từ góc thuận sang góc nghịch) và đạt lớn nhất ở góc thuận 45°, rồi giảm dần khi quạt tay sang phía góc nghịch. Số đo THĐ tay ứng với các góc nghịch thường nhỏ hơn so với các góc thuận đối xứng, nghĩa là bên phía thuận vùng hoạt động của tay rộng xa hơn nhiều.

Bảng 5. So sánh THĐ của tay phải giữa nam và nữ theo tia góc 90° trên các mặt ngang, ở miền Bắc

Lớp tuổi	Giới tính	THĐ tay trên mặt ngang (cm)								
		48	36	24	12	Zero	-12	-24	-36	-48
16-19	Nam	53,08	62,94	68,92	72,44	73,88	73,93	71,16	65,77	55,48
	Nữ	47,17	57,38	63,52	66,56	68,14	68,07	66,31	60,18	50,32
	Chênh lệch	5,90	5,56	5,40	5,88	5,74	5,89	4,85	5,59	5,16
	t-test	11,15	10,44	10,32	12,09	12,65	12,22	8,96	9,69	8,65
20-29	Nam	53,29	62,82	69,93	73,13	73,82	73,46	71,87	66,65	55,59
	Nữ	47,83	56,99	64,04	67,22	68,31	68,02	65,89	61,07	47,83
	Chênh lệch	5,46	5,83	5,89	5,91	5,51	5,45	5,98	5,58	5,04
	t-test	9,99	11,58	13,44	14,92	13,94	13,19	13,08	11,71	10,79
30-39	Nam	52,06	62,06	67,98	71,56	73,64	73,04	71,65	65,42	54,41
	Nữ	46,34	56,50	62,64	65,78	66,54	67,08	65,10	59,32	49,18
	Chênh lệch	5,72	5,56	5,34	5,78	7,09	5,96	6,55	6,10	5,23
	t-test	10,84	11,06	11,97	13,44	16,70	13,20	13,59	12,62	11,78
40-49	Nam	51,92	61,81	67,33	70,91	72,07	72,44	70,17	64,37	54,48
	Nữ	45,74	55,69	61,35	64,31	65,89	66,03	64,41	58,61	49,13
	Chênh lệch	6,17	6,12	5,98	6,59	6,18	6,41	5,76	5,76	5,36
	t-test	9,08	10,48	11,33	13,48	13,39	12,63	10,15	9,62	9,19

- THĐ tay trên mặt dọc lớn dần từ trên xuống dưới cho đến độ cao zero đối với nữ và -12cm đối với nam, sau đó lại nhỏ dần xuống phía dưới. Những số đo trên các mặt phía dưới (mặt âm so với mặt zero) đều lớn hơn số đo trên mặt ngang đối xứng về phía trên.

- Giá trị trung bình THĐ tay của người miền Nam tuy có lớn hơn của người miền Bắc, nhưng sự khác biệt đó không có ý nghĩa thống kê ở cả 4 lớp tuổi, ở cả tay phải và tay trái, ở cả nam và nữ.

- THĐ của tay phải có lớn hơn không nhiều so với tay trái, sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

- THĐ tay thường đạt lớn nhất ở lớp tuổi 20-29, rồi đến lứa tuổi 30-39 và tiếp theo mới đến 40-49. Xu hướng đó cũng thể hiện ở số đo THĐ tay trên nhiều toạ độ không gian của nam, nữ ở cả hai miền Bắc, Nam.

- THĐ tay của nam giới thường lớn hơn đáng

kể so với nữ giới, trung bình THĐ tay của nam giới lớn hơn nữ giới từ 5-7cm. Sự sai khác về THĐ tay giữa nam và nữ là một đặc điểm xác thực và có ý nghĩa thống kê ở mức xác suất lớn nhất.

- So với kết quả THĐ tay trong Atlas năm 1991, THĐ tay của người Việt Nam trong độ tuổi lao động 2017-2019 có rộng dài hơn, tương ứng với tỷ lệ tăng lên của tầm vóc cơ thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Viện nghiên cứu KHKT Bảo hộ lao động (1991), "Atlas nhân trắc học người Việt Nam trong lứa tuổi lao động - dấu liệu nhân trắc động về tầm hoạt động của tay", Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Kenneth Kennedy. "Reach Capability of Men & Women: A Three Dimensional Analysis Aerospace Medical Research Laboratory, 7-78".

KẾT QUẢ ĐIỀU TRA MỘT SỐ CHỈ TIÊU NHÂN TRẮC HỌC (CHỈ TIÊU TĨNH) CỦA NGƯỜI VIỆT NAM TRONG LỨA TUỔI LAO ĐỘNG GIAI ĐOẠN HIỆN NAY

TS. Phạm Thị Bích Ngân, ThS. Nguyễn Thị Hiền, và cộng sự

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

Tóm tắt:

Nội dung bài báo trình bày sơ bộ kết quả thực hiện đo trực tiếp các chỉ tiêu cân nặng chiều cao đứng, chiều cao ngồi, rộng vai, rộng hông, dài tay và dài chân trên 5148 đối tượng thuộc các ngành nghề nông-công nghiệp, học sinh-sinh viên và lao động tự do tại một số tỉnh thành thuộc 3 miền Bắc-Trung-Nam. Qua kết quả số liệu đo trực tiếp và xử lý thống kê (với các giá trị trung bình cộng, SD và so sánh kiểm định giá trị trung bình) cho thấy, chiều cao trung bình hiện tại của người Việt Nam trưởng thành là $159,7 \pm 7,4$ cm (cao hơn khoảng 3 cm so với Atlas 1986), trong đó nam cao $164,6 \pm 5,8$ cm, nữ cao $154,5 \pm 4,8$ cm; chênh lệch chiều cao giữa nam và nữ khoảng 10 cm. Cân nặng trung bình của Việt Nam trưởng thành là $54,93 \pm 8,9$ kg (cao hơn khoảng 8,6 kg so với Atlas 1986), trong đó nam nặng $59,2 \pm 8,9$ kg và nữ nặng $50,8 \pm 6,6$ kg và có chỉ số khối cơ thể (BMI = 21,9 với nam và 21,3 với nữ) thuộc loại bình thường. Kết quả chỉ ra có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($t > 1,96$) về chiều cao đứng và cân nặng giữa nam và nữ, giữa các lớp tuổi. Tuy nhiên, không thấy có sự khác biệt giữa 3 miền về chiều cao đứng của cả nam và nữ.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đề tài nghiên cứu khoa học “Xây dựng Atlas nhân trắc người Việt Nam trong độ tuổi lao động giai đoạn hiện nay” đã được Viện khoa học An toàn và vệ sinh lao động chủ trì thực hiện trong giai đoạn 2017 – 2019. Đề tài đã thực hiện đo trực tiếp 90 chỉ tiêu nhân trắc cơ bản, bao gồm 36 chỉ tiêu nhân trắc tĩnh, 36 chỉ tiêu tầm hoạt động (THĐ) khớp và 18 thông số THĐ tay trên 5148 đối tượng thuộc các ngành nghề nông-công nghiệp, học sinh-sinh viên và lao động tự do tại một số tỉnh thành thuộc 3 miền Bắc - Trung - Nam. Từ kết quả đo trực tiếp các chỉ tiêu cơ bản kết hợp tính toán và nội suy cho các chỉ tiêu có mối tương quan cao

với các chỉ tiêu cơ bản, đề tài đã cho ra bộ số liệu đầy đủ gồm: 136 chỉ tiêu nhân trắc tĩnh, 50 chỉ tiêu THĐ khớp và khoảng 270 thông số THĐ tay (với 72 bảng số liệu THĐ tay) trên 9 mặt phẳng ngang khác nhau. Với bộ dữ liệu mới được cập nhật, đề tài sẽ làm mới bộ Atlas nhân trắc phục vụ cho thiết kế, đánh giá Ergonomi.

Trong phạm vi bài báo này, nhóm nghiên cứu phân tích một số chỉ tiêu nhân trắc tĩnh cơ bản của người Việt Nam như: cân nặng, chiều cao đứng, chiều cao ngồi, rộng vai, rộng hông, chiều dài tay và chân để thấy rõ tầm vóc và thể lực của người Việt Nam trong độ tuổi lao động hiện nay.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Người Việt Nam (người dân tộc Kinh) trong độ tuổi lao động (từ 16-60 tuổi), có thể hình bình thường, đang làm việc trong các ngành công nghiệp, nông nghiệp, học sinh sinh viên và lao động tự do ở 3 miền Bắc, Trung, Nam. Để có được những dẫn liệu nhân trắc đại diện cho người lao động Việt Nam, đối tượng đo được xác nhận là có hình thể và sức khỏe bình thường.

Đối tượng nghiên cứu được chia thành 5 nhóm tuổi như trong tập Atlas đã xuất bản [1] (16-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59); 2 giới (nam, nữ); 3 miền (Bắc, Trung, Nam). Kết quả đề tài đã đo được 5148 đối tượng, bao gồm 2531 nam và 2617 nữ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài sử dụng một số phương pháp chính sau:

- Tổng quan các công trình nghiên cứu có liên quan trên thế giới và Việt Nam;
- Phương pháp hồi cứu tài liệu: từ bộ 3 tập Atlas của Viện nghiên cứu KHKT Bảo hộ lao động (nay là Viện Khoa học An toàn và vệ sinh lao động)
- Phương pháp khảo sát đo đạc thực tế ngoài hiện trường
- Phương pháp xử lý thống kê: sử dụng phần mềm Excel và SPSS 22

2.3. Kỹ thuật đo các chỉ tiêu nhân trắc

Kỹ thuật đo các kích thước nhân trắc tính tuân thủ đúng như phương pháp đo đã đưa ra trong tập Atlas nhân trắc học người Việt Nam trong độ tuổi lao động – dẫn liệu nhân trắc tính xuất bản năm 1986 [1], TCVN5781: 2009 [2], TCVN7488: 2005 (ISO7250:1996) [3], ISO 7250-1: 2008 [4]. Thiết bị đo là bộ thước đo nhân học kiểu Martin, phòng đo nhân học. Chiều cao đứng được đo ở tư thế đứng chuẩn và chiều cao ngồi được đo ở tư thế ngồi chuẩn.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Chiều cao đứng

Tính chung cho cả 3 miền, nam giới người Việt Nam trưởng thành hiện nay có chiều cao trung bình là $164,6 \pm 5,8$ cm và nữ giới có chiều cao trung bình $154,4 \pm 4,8$ cm. Chênh lệch chiều cao đứng giữa nam và nữ trung bình là 10,3 cm. Sự khác biệt về chiều cao giữa nam và nữ có ý nghĩa thống kê với mức độ tin cậy rất cao ($p < 0,001$) (Bảng 1).

Chiều cao đứng trung bình của nam, nữ ở ba miền chênh lệch nhau không nhiều và hầu hết giá trị t-test ở từng nhóm tuổi của nam với nam và nữ với nữ giữa các miền đều $< 1,96$, tức là sự khác biệt giữa các vùng miền không có ý nghĩa thống kê. Điều này khác xa so với 30 năm về trước, người miền Bắc thấp hơn đáng kể so với người miền Nam ở nhiều lớp tuổi (Bảng 2). Có thể do điều kiện sống và dinh dưỡng ở miền Bắc đã được cải thiện rất nhiều trong những năm qua làm cho thể hình của người miền Bắc đã tăng lên đáng kể, bắt kịp với người miền Nam.

Theo qui luật sinh học nói chung, cứ khoảng 10-15 năm, do những điều kiện sống thay đổi, tầm vóc, thể lực của cư dân cũng có những biến đổi và thường tăng 1,5-2 cm. So sánh sự gia tăng chiều cao đứng theo thời gian giữa kết quả của đề tài với số liệu của Hằng số sinh học 1975, số liệu Atlas (1986) [1], số liệu của Viện Bảo hộ lao động 1997, số liệu Giá trị sinh học người Việt Nam bình thường thập kỷ 90- thế kỷ XX, Bộ Y tế, 2003 [5], số liệu của Viện Dinh dưỡng 2003 [6] cho thấy số liệu chiều cao đứng trung bình (cả 3 miền) do đề tài thực hiện trong giai đoạn 2017-2019 là cao hơn hẳn (Biểu đồ 1).

Kết quả Biểu đồ 1 cho thấy rõ, so với Atlas năm 1986, chiều cao của người Việt Nam trưởng thành giai đoạn hiện nay cao hơn khoảng 3 cm.

Sự gia tăng chiều cao đứng theo thời gian còn được thể hiện khá rõ khi so sánh chiều cao đứng trung bình giữa các lớp tuổi. Sự khác biệt về chiều cao trung bình giữa nhóm tuổi trẻ 16-19 và 20-29 so với nhóm 40-49 và 50-59 có ý nghĩa thống kê với mức tin cậy cao ($p < 0,01$).

Kết quả nghiên cứu KHCN

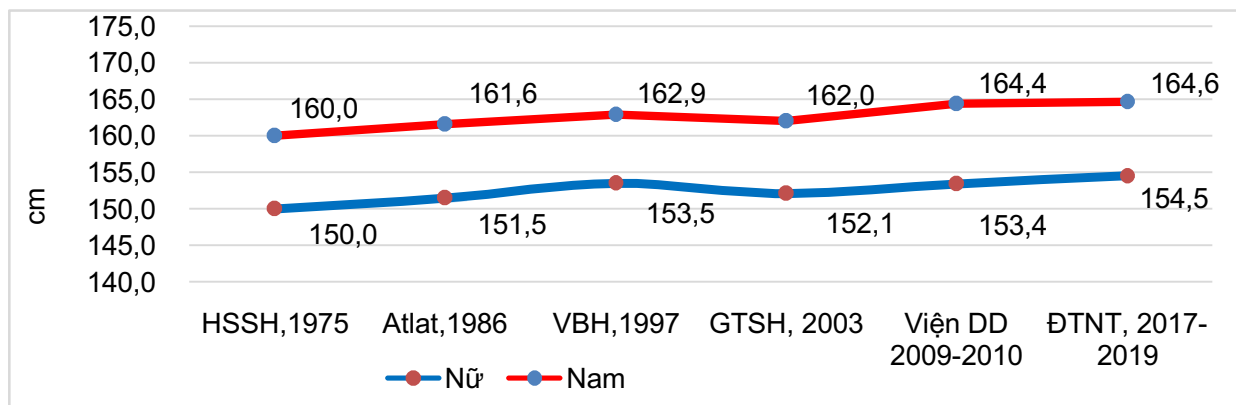
Bảng 1. Chiều cao đứng theo lớp tuổi giữa 3 miền

Giới	Nhóm tuổi	Chiều cao trung bình (cm)											
		Miền Bắc				Miền Trung				Miền Nam			
		n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅
Nam	16-19	169	165,6 $\pm$ 6,2	154,8	175,5	137	165,3 $\pm$ 5,7	155,9	174,0	251	165,5 $\pm$ 5,6	156,5	174,2
	20-29	170	165,7 $\pm$ 6,1	155,6	176,0	186	165,4 $\pm$ 5,5	156,4	175,0	208	166,0 $\pm$ 5,6	158,0	176,0
	30-39	171	165,1 $\pm$ 5,6	155,6	174,0	198	164,5 $\pm$ 5,6	155,0	173,7	168	165,2 $\pm$ 5,4	156,0	173,5
	40-49	170	164,0 $\pm$ 5,4	154,6	172,0	170	163,4 $\pm$ 6,0	152,9	173,5	121	164,0 $\pm$ 6,4	152,0	176,9
	50-59	116	162,4 $\pm$ 5,3	153,0	172,5	159	162,0 $\pm$ 5,7	154,0	173,6	137	162,7 $\pm$ 5,4	153,0	172,5
	16-59	796	164,7$\pm$5,8	155,0	174,0	850	164,2$\pm$5,8	155,0	173,7	885	164,9$\pm$5,8	156,0	174,0
Nữ	16-19	162	154,8 $\pm$ 5,3	146,0	163,9	150	154,9 $\pm$ 3,9	149,0	161,5	172	155,0 $\pm$ 4,9	147,0	163,0
	20-29	182	156,0 $\pm$ 5,9	145,3	166,0	187	156,0 $\pm$ 4,2	150,0	163,0	161	156,2 $\pm$ 4,9	147,7	163,5
	30-39	209	154,6 $\pm$ 5,4	145,0	164,5	172	154,6 $\pm$ 3,9	149,0	161,0	181	155,0 $\pm$ 4,2	148,0	163,0
	40-49	192	153,6 $\pm$ 4,7	145,0	161,5	166	153,2 $\pm$ 3,8	147,4	160,0	186	153,9 $\pm$ 4,1	149,0	161,3
	50-59	173	152,8 $\pm$ 5,6	143,7	162,1	166	152,7 $\pm$ 3,9	146,0	159,7	158	153,2 $\pm$ 5,1	144,0	161,1
	16-59	918	154,4$\pm$5,5	145,0	164,0	841	154,3$\pm$4,1	148,0	161,0	858	154,6$\pm$4,7	147,5	162,5

Bảng 2. So sánh chiều cao đứng của người Bắc với người miền Nam trong Atlas (1986)

Lớp tuổi	Nam (cm)			Nữ (cm)		
	Miền Bắc	Miền Nam	p	Miền Bắc	Miền Nam	p
17-19	161,50	162,87	p<0,01	151,85	152,60	p>0,05
20-29	162,06	162,78	p<0,01	151,45	152,65	p<0,001
30-39	161,17	162,12	p<0,01	150,94	152,64	p<0,001
40-49	159,81	160,88	p<0,01	150,04	151,71	p<0,001
50-59	159,17	160,72	p<0,01	150,21	150,90	p>0,05

(Nguồn : Atlas nhân trắc học người Việt Nam trong lứa tuổi lao động – dấu hiệu nhân trắc tĩnh)



Biểu đồ 1. Chiều cao đứng trung bình theo thời gian

3.2. Chiều cao ngồi

Kết quả Bảng 3 cho thấy chiều cao ngồi tính trung bình cho cả 3 miền ở nam giới là $86,9 \pm 3,2$ cm và ở nữ giới là $81,7 \pm 2,8$ cm. Chênh lệch về chiều cao ngồi giữa nam và nữ là 5,2cm. Khác biệt về chiều cao ngồi giữa các vùng miền không nhiều. Chiều cao ngồi trung bình tính riêng cho nam, nữ theo từng miền, từng nhóm tuổi cũng như tính chung theo từng giới đều không thấy có sự khác biệt giữa các miền ($t < 1,96$).

Chiều cao ngồi của nhóm trẻ có xu hướng cao hơn so với nhóm tuổi già hơn. Kết quả đo chiều cao ngồi trung bình tính riêng theo miền ở từng nhóm tuổi cho thấy lớp tuổi có chiều cao ngồi lớn nhất (nhóm tuổi 20-29) cũng là nhóm tuổi có chiều cao đứng lớn nhất và ngược lại, nhóm tuổi 50-59 có chiều cao đứng thấp nhất cũng cho kết quả chiều cao ngồi nhỏ hơn các nhóm tuổi khác. Sự khác biệt giữa các nhóm tuổi trẻ so với nhóm già có ý nghĩa thống kê ($t < 1,96$) ở cả 2 giới.

Trên cơ sở số đo chiều cao đứng và chiều cao ngồi, chỉ số thân $[(\text{Chiều cao ngồi} / \text{chiều cao đứng}) \times 100]$ được tính để xem xét đánh giá

bề dài thân hay phần thân trên. Kết quả tính chỉ số thân của nam nữ người Việt Nam cho thấy, nam giới tính chung cho cả 3 miền có chỉ số thân trung bình là $52,8 \pm 0,2$ cm và nữ giới là $52,9 \pm 0,3$ cm. Chỉ số thân ở cả nam và nữ đều nằm trong giới hạn dạng người có thân trên dài trung bình (từ 51-52,9). So sánh chỉ số thân giữa các nhóm tuổi, giữa 2 giới và vùng miền cho thấy sự chênh lệch không có ý nghĩa thống kê ($t < 1,96$).

3.3. Chiều rộng vai

Chiều rộng vai là kích thước giữa 2 móm cùng vai và phản ánh sự phát triển bề ngang của thân (Atlas, 1986). Kết quả đo chỉ tiêu chiều rộng vai được trình bày trong Bảng 4.

Kết quả Bảng 4 cho nhận xét: Chiều rộng vai trung bình của nam giới là $39,83 \pm 2,5$ cm và của nữ là $36,85 \pm 1,8$ cm. Kết quả này cao hơn so với Atlas 1986, nhưng thấp hơn không nhiều so với Giá trị sinh học người Việt Nam bình thường theo các nhóm tuổi ở cả nam và nữ. Kết quả cho thấy nhóm tuổi 20-29 và 30-39 có chiều rộng vai lớn nhất. Kết quả này tương đương nhận định trong Atlas 1986.

Bảng 3. Chiều cao ngồi theo lớp tuổi giữa 3 miền

Giới	Nhóm tuổi	Chiều cao ngồi trung bình (cm)											
		Miền Bắc				Miền Trung				Miền Nam			
		n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅
Nam	16-19	169	$87,3 \pm 3,4$	81,0	92,8	137	$87,4 \pm 3,2$	82,0	92,0	251	$87,4 \pm 3,1$	82,0	92,4
	20-29	170	$87,6 \pm 3,2$	82,0	93,0	186	$87,4 \pm 3,0$	82,2	93,0	208	$87,5 \pm 3,1$	83,0	93,0
	30-39	171	$87,2 \pm 2,9$	82,3	92,0	198	$86,9 \pm 3,1$	82,0	92,0	168	$87,0 \pm 3,0$	82,0	92,0
	40-49	170	$86,6 \pm 2,8$	81,7	90,8	170	$86,3 \pm 3,2$	80,6	92,0	121	$86,5 \pm 3,6$	80,0	93,9
	50-59	116	$85,9 \pm 2,8$	81,0	91,0	159	$85,9 \pm 3,3$	81,0	92,0	137	$85,8 \pm 3,1$	80,3	91,0
	16-59	796	$87,0 \pm 3,1$	81,9	92,0	850	$86,8 \pm 3,2$	82,0	92,0	885	$86,9 \pm 3,2$	82,0	92,0
Nữ	16-19	162	$81,9 \pm 3,0$	77,0	86,9	150	$81,9 \pm 2,4$	78,3	86,0	172	$81,8 \pm 2,7$	77,0	86,0
	20-29	182	$82,6 \pm 3,2$	77,0	88,0	187	$82,5 \pm 2,6$	79,0	87,0	161	$82,6 \pm 2,8$	78,0	86,9
	30-39	209	$81,9 \pm 3,1$	76,5	87,8	172	$81,7 \pm 2,4$	78,0	86,0	181	$81,8 \pm 2,4$	78,0	86,0
	40-49	192	$81,3 \pm 2,7$	77,0	86,0	166	$81,0 \pm 2,3$	77,4	85,0	186	$81,5 \pm 2,5$	78,0	86,0
	50-59	173	$80,8 \pm 3,1$	75,0	86,0	166	$80,8 \pm 2,5$	77,0	85,0	158	$81,0 \pm 2,9$	76,0	86,0
	16-59	918	$81,7 \pm 3,1$	76,4	87,0	841	$81,6 \pm 2,5$	78,0	86,0	858	$81,7 \pm 2,7$	77,0	86,0

Kết quả nghiên cứu KHCV

Bảng 4. Chiều rộng vai theo lớp tuổi giữa 3 miền

Giới tính	Nhóm tuổi	Rộng vai trung bình (cm)														
		Miền Bắc					Miền Trung					Miền Nam				
		n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅
Nam giới	16-19	169	40,3	2,9	36,0	45,5	137	39,8	1,9	36,9	43,5	251	40,4	1,9	37,5	43,0
	20-29	170	40,3	2,8	36,1	45,0	186	40,3	2,7	36,5	45,0	208	40,2	1,8	36,5	42,5
	30-39	171	40,3	2,3	36,5	43,5	198	40,1	2,4	37,1	45,0	168	40,5	2,3	36,9	44,0
	40-49	170	38,8	2,3	35,8	44,0	170	39,0	2,4	35,6	43,5	121	39,2	3,2	35,0	46,0
	50-59	116	38,7	2,5	35,4	44,0	159	39,3	2,2	35,9	43,0	137	39,3	3,1	35,2	45,0
	16-59	796	39,7	2,7	36,0	44,4	850	39,7	2,4	36,1	44,0	885	40,0	2,4	36,4	44,0
Nữ giới	16-19	162	36,7	2,1	33,7	41,0	150	36,7	1,5	35,0	40,0	172	37,0	1,5	35,5	40,0
	20-29	182	37,1	1,5	35,5	40,0	187	37,0	1,7	34,0	39,0	161	37,2	1,5	35,2	40,0
	30-39	209	37,0	2,2	33,0	41,0	172	36,9	1,8	34,0	40,0	181	37,2	1,4	35,6	40,0
	40-49	192	36,5	2,3	33,1	40,6	166	36,5	2,0	33,0	40,0	186	36,9	1,6	35,2	40,0
	50-59	173	36,4	2,2	33,4	40,5	166	36,7	1,9	34,0	40,0	158	36,8	1,6	35,0	40,5
	16-59	918	36,8	2,1	33,7	40,5	841	36,8	1,8	34,0	40,0	858	37,0	1,5	35,3	40,0

Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($t > 1,96$) về rộng vai giữa các miền, giữa các nhóm tuổi và giữa nam và nữ chung cho cả 3 miền.

So sánh riêng cho nam nữ và giữa các nhóm tuổi trong từng miền cũng có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($t > 1,96$), trong đó nhóm 16-19 và 20-29 khác biệt so với các nhóm từ 30 tuổi trở lên. Có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê giữa các miền trong cùng nhóm tuổi nhưng chỉ ở một số nhóm tuổi, nhất là giữa miền Trung và miền Nam.

3.4. Chiều rộng hông

Kết quả số đo rộng hông trung bình chung cho cả 3 miền (Bảng 5) của nam là $32,27 \pm 2,1$ cm và nữ là $32,66 \pm 1,7$ cm. Tuy số đo của nữ lớn hơn của nam không nhiều, nhưng khác với hầu hết các chỉ tiêu nhân trắc khác là nam giới thường lớn hơn của nữ. Số đo chiều rộng của vùng chậu và hông trung bình của nữ hiện nay có lớn hơn so với nam và cao hơn nam ở cả 3 miền, khác với nhận định trong Atlas 1986: miền Bắc và miền Trung chiều rộng hông nữ giới lớn hơn ở nam, còn ở miền Nam thì nam giới lại có số đo lớn hơn nữ giới [1].

3.5. Chiều dài tay và chân

Kết quả chiều dài tay trung bình ($74,05 \pm 2,6$ cm ở nam và $69,53 \pm 2,3$ cm ở nữ) và chiều dài chân trung bình ($87,07 \pm 3,3$ cm ở nam và $80,46 \pm 2,7$ cm ở nữ) cho thấy có sự gia tăng tương ứng với chiều cao đứng (Bảng 6). Trong đó, số đo trung bình lớn nhất ở nhóm tuổi 16-19 và 20-29 là các nhóm tuổi có chiều cao đứng lớn nhất và nhỏ dần khi nhóm tuổi tăng lên.

Chênh lệch tối đa về dài tay giữa các miền ở nam (0,80cm) cao hơn ở nữ (0,70cm). Ngược lại, chênh lệch chiều dài chân tối đa ở nam (0,89cm) lại thấp hơn ở nữ (1,10cm), điều này khác so với nhận định trong Atlas 1986 [1]. Có sự khác nhau mang ý nghĩa thống kê về chiều dài tay và chiều dài chân giữa miền Trung (thấp hơn cả) so với miền Bắc và Nam, giữa 2 nhóm tuổi trẻ 16-19 và 20-29 với các nhóm tuổi 30 trở lên.

Sự chênh lệch giới tính giữa nam và nữ chung cho cả 3 miền của chiều dài tay là 4,5cm và chiều dài chân là 6,6cm. Trong đó sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 5. Chiều rộng mông theo lớp tuổi giữa 3 miền

Giới tính	Nhóm tuổi	Rộng mông trung bình (cm)														
		Miền Bắc					Miền Trung					Miền Nam				
		n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅
Nam giới	16-19	169	33,1	2,4	29,5	37,3	137	32,2	1,5	29,8	35,1	251	33,5	1,6	31,2	35,8
	20-29	170	32,9	2,3	29,4	36,7	186	32,4	2,1	29,3	36,1	208	32,8	1,5	29,8	34,7
	30-39	171	32,0	1,8	29,0	34,5	198	32,5	1,9	30,1	36,5	168	32,1	1,8	29,2	34,9
	40-49	170	31,7	1,9	29,2	35,9	170	31,5	1,9	28,8	35,2	121	31,1	2,5	27,8	36,5
	50-59	116	31,8	2,1	29,1	36,2	159	31,8	1,8	29,0	34,8	137	31,3	2,5	28,0	35,8
	16-59	796	32,3	2,2	29,3	36,2	850	32,1	1,9	29,1	35,6	885	32,4	2,1	29,1	35,5
Nữ giới	16-19	162	33,2	1,9	30,4	37,0	150	32,7	1,4	31,2	35,6	172	33,7	1,3	32,3	36,4
	20-29	182	33,2	1,3	31,8	35,6	187	32,2	1,5	29,6	34,0	161	32,8	1,3	31,1	35,3
	30-39	209	33,0	1,9	29,5	36,5	172	32,6	1,6	30,0	35,3	181	32,8	1,2	31,4	35,3
	40-49	192	32,2	1,9	29,3	35,7	166	32,5	1,8	29,5	35,7	186	32,3	1,4	30,8	35,0
	50-59	173	31,7	1,9	29,1	35,3	166	33,3	1,7	30,9	36,3	158	31,7	1,4	30,1	34,9
	16-59	918	32,6	1,9	29,7	36,0	841	32,7	1,6	30,3	35,6	858	32,7	1,5	30,6	35,5

Bảng 6. Chiều dài tay và chiều dài chân theo lớp tuổi giữa 3 miền

Chỉ tiêu	Miền khảo sát	Giá trị trung bình (cm)									
		Nam giới					Nữ giới				
		n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X}$	SD	P ₅	P ₉₅
Dài tay	Miền Bắc	796	74,37	2,67	69,83	78,66	918	69,93	2,63	65,63	74,52
	Miền Trung	850	73,52	2,60	69,41	77,81	841	69,36	2,06	65,91	72,79
	Miền Nam	885	74,27	2,60	70,12	78,39	858	69,26	2,20	65,88	73,05
	Chung	2531	74,05	2,65	69,67	78,31	2617	69,53	2,34	65,89	73,54
Dài chân	Miền Bắc	796	86,83	3,30	81,33	92,46	918	80,23	2,90	75,28	85,27
	Miền Trung	850	86,72	3,24	81,57	92,08	841	80,05	2,41	76,24	84,10
	Miền Nam	885	87,61	3,37	82,08	92,96	858	81,11	2,56	77,24	85,53
	Chung	2531	87,07	3,33	81,59	92,48	2617	80,46	2,68	76,23	85,14

3.6. Trọng lượng cơ thể

Kết quả Bảng 7 cho thấy: tính chung cho cả 3 miền, trọng lượng cơ thể trung bình của nam giới người Việt Nam trưởng thành hiện nay là $59,2 \pm 8,9\text{kg}$ và của nữ là $50,8 \pm 6,6\text{kg}$. Trọng lượng cơ thể trung bình giữa nam và nữ chênh lệch khoảng 8,4kg. Sự khác biệt nam - nữ về trọng lượng cơ thể có ý nghĩa thống kê ($t > 3,29$). Sự chênh lệch về trọng lượng cơ thể giữa các miền theo từng nhóm tuổi ở nam giới dao động

từ $1,8 \pm 3,0\text{kg}$ và ở nữ giới là $1,0 \pm 2,8\text{kg}$.

Sự khác biệt về trọng lượng cơ thể giữa các miền có ý nghĩa thống kê khi tính chung cho 5 nhóm tuổi và ở nhiều nhóm tuổi ($t > 1,96$). Cân nặng giữa các nhóm tuổi ở nam giới dao động từ $0,8 \pm 3,7\text{kg}$ và ở nữ từ $0,4 \pm 3,5\text{kg}$. Cân nặng có xu hướng tăng theo nhóm tuổi tăng dần và sau đó giảm đi ở nhóm tuổi 50-59.

So sánh trọng lượng cơ thể của đề tài khảo sát giai đoạn 2017-2019 với Atlas 1986 [1] và Bộ

Kết quả nghiên cứu KHCN

Y tế, 2003 [5] (Biểu đồ 2) cho nhận xét: trọng lượng cơ thể của người Việt Nam trong độ tuổi lao động qua kết quả khảo sát 2017-2019 khác xa so với kết quả đã công bố trong Atlas 1986 (cân nặng trung bình không vượt quá 50kg) [1]. So với Giá trị sinh học người Việt Nam bình thường thập kỷ 90- thế kỷ XX [6] thì số liệu trọng lượng của nam nữ năm 2017-2019 cũng nặng

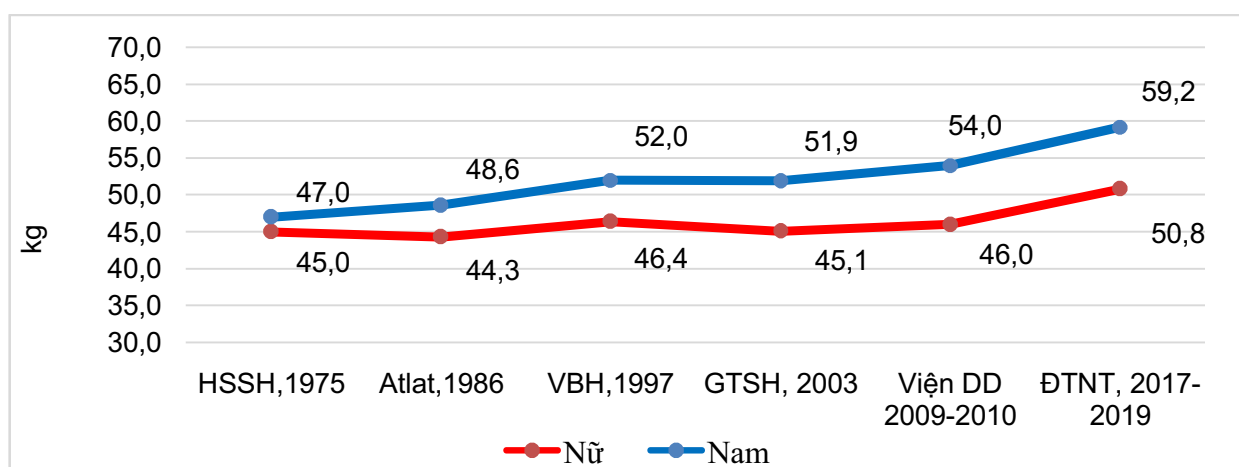
hơn ở cả nam (59,2 kg so với 51,9 kg) và nữ (50,8kg so với 45,1kg).

Để đánh giá thể tạng của nam nữ người Việt Nam trong lứa tuổi lao động, nhóm nghiên cứu tính chỉ số khối cơ thể (BMI).

Kết quả Bảng 8 cho thấy: nam, nữ người Việt Nam trong độ tuổi ở giai đoạn hiện nay có chỉ số

Bảng 7. Trọng lượng cơ thể theo lớp tuổi giữa 3 miền

Giới	Nhóm tuổi	Trọng lượng cơ thể trung bình (kg)											
		Miền Bắc				Miền Trung				Miền Nam			
		n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅	n	$\bar{X} \pm SD$	P ₅	P ₉₅
Nam	16-19	169	56,9 ±8,9	44,0	74,0	137	54,9 ±7,7	44,0	71,1	251	58,7 ±8,3	47,6	74,0
	20-29	170	60,1 ±8,9	45,0	74,0	186	57,8 ±7,7	45,0	71,7	208	62,4 ±9,3	49,0	79,6
	30-39	171	63,4 ±8,9	46,6	75,0	198	57,8 ±7,6	46,0	71,5	168	62,1 ±9,5	47,2	80,0
	40-49	170	58,3 ±8,4	44,8	73,9	170	59,3 ±9,2	45,0	75,5	121	62,0 ±9,1	48,1	78,8
	50-59	116	57,5 ±8,6	42,9	70,7	159	58,1 ±9,4	45,0	73,0	137	58,5 ±8,7	44,0	72,6
	16-59	796	59,4 ±9,1	45,0	74,0	850	57,7 ±8,4	45,0	72,0	885	60,6 ±9,1	46,2	77,0
Nữ	16-19	162	49,1 ±5,9	41,0	59,5	150	47,2 ±4,8	41,0	56,0	172	50,2 ±7,8	41,3	68,0
	20-29	182	49,6 ±6,0	42,0	61,1	187	48,1 ±5,3	41,0	57,4	161	50,4 ±6,8	42,0	65,0
	30-39	209	50,6 ±6,0	42,0	61,7	172	50,2 ±6,1	42,6	60,4	181	53,1 ±6,1	43,0	63,0
	40-49	192	51,8 ±6,0	43,0	63,0	166	51,0 ±6,0	41,4	62,0	186	54,4 ±6,8	43,7	66,0
	50-59	173	51,3 ±6,7	42,0	62,1	166	51,0 ±6,3	40,5	62,7	158	53,2 ±7,6	42,0	67,0
	16-59	918	50,5 ±6,2	42,0	61,3	841	49,5 ±5,9	41,2	61,0	858	52,3 ±7,2	42,0	65,0



Biểu đồ 2. Cân nặng theo thời gian

Bảng 8. Kết quả chỉ số BMI theo lớp tuổi giữa 3 miền

Nhóm tuổi	Chỉ số BMI											
	Miền Bắc				Miền Trung				Miền Nam			
	Nam		Nữ		Nam		Nữ		Nam		Nữ	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
16-19	20,7	2,8	20,5	2,2	20,1	2,5	19,7	2,0	21,4	2,8	20,9	3,2
20-29	21,8	2,8	20,4	2,2	21,1	2,6	19,8	2,0	22,6	3,0	20,6	2,6
30-39	23,2	2,6	21,1	2,3	21,4	2,6	21,0	2,3	22,8	3,4	22,1	2,3
40-49	21,6	2,8	21,9	2,2	22,1	2,8	21,7	2,3	23,1	3,2	23,0	2,8
50-59	21,8	2,8	22,0	2,8	21,9	2,8	21,9	2,5	22,1	2,8	22,7	2,9
16-59	21,8	2,9	21,2	2,5	21,4	2,8	20,8	2,4	22,3	3,1	21,9	2,9

khối cơ thể (BMI) thuộc loại bình thường (BMI = $21,8 \pm 2,9$ với nam và $21,3 \pm 2,6$ với nữ). Kết quả cũng cho thấy khu vực phía Nam có chỉ số BMI cao hơn khu vực miền Bắc và miền Trung ở cả nam và nữ, trong đó miền Trung có chỉ số BMI thấp nhất và miền Nam có chỉ số BMI cao nhất, sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($t > 1,96$). So sánh chỉ số BMI giữa các nhóm tuổi cũng cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Trong đó, nhóm tuổi 16-19 và 20-29 khác nhau và khác các nhóm tuổi khác. Các nhóm tuổi từ 39-40 trở lên không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.

IV. KẾT LUẬN

Từ kết quả khảo sát phân tích chiều cao đứng và cân nặng, là những chỉ tiêu có ý nghĩa quan trọng nói lên sự tăng trưởng và phát triển về tầm vóc cơ thể người Việt Nam giai đoạn hiện nay, nhóm tác giả rút ra một số kết luận như sau:

Nam giới người Việt Nam hiện nay có chiều cao trung bình là $164,5 \pm 5,7$ cm, nữ giới cao trung bình $154,4 \pm 4,7$ cm. Mức chênh lệch trung bình tầm vóc trong vòng 15 năm (so với Giá trị sinh học) và 30 năm so với Atlas 1986 là khoảng 2-3cm.

Chênh lệch giới tính giữa nam và nữ về chiều cao, chiều ngang, chiều dài thân và cân nặng đều thuộc loại bình thường thường gặp trên thế giới.

Một số chỉ tiêu nhân trắc có số đo trung bình khác với nhận định trong Atlas 1986: chiều cao,

cân nặng, rộng mông, chiều dài chân... Một số chỉ tiêu có số đo đạt đỉnh ở nhóm tuổi 16-19 và 20-29 và sau đó giảm dần khi độ tuổi tăng dần.

Nhiều chỉ tiêu có số đo trung bình có xu hướng miền Bắc ngang bằng với miền Nam (VD: chiều cao đứng), điều này cũng khác với Atlas 1986 (xu hướng tăng dần từ Bắc vào Nam). Sự khác biệt giữa các miền, giữa các nhóm tuổi ở một số chỉ tiêu có ý nghĩa thống kê.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam - Viện nghiên cứu KHKH Bảo hộ lao động (1986). "Atlas nhân trắc học người Việt Nam trong lứa tuổi lao động - dấu liệu nhân trắc tỉnh". Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. TCVN 5781: 2009, "Phương pháp đo cơ thể người".
- [3]. TCVN 7488: 2005, "Ecgonômi - Phép đo cơ bản cơ thể người dùng cho thiết kế kỹ thuật".
- [4]. ISO 7250 - 1:2008. "Basic human body measurements for technological design - Part 1: Body measurement definitions and landmarks".
- [5], [6]. Bộ Y tế (2003), "Các giá trị sinh học người Việt Nam bình thường thập kỷ 90 - thế kỷ XX". Nhà xuất bản Y học, Hà Nội.

TỔNG HỢP VÀ ĐẶC TRƯNG TÍNH CHẤT CỦA GRAPHENE DẠNG KHỬ (RGO) ỨNG DỤNG LÀM CHẮT HẤP PHỤ DUNG MÔI HỮU CƠ TRONG MÔI TRƯỜNG LÀM VIỆC

Lê Minh Đức

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

Tóm tắt:

Graphenen oxit dạng khử (rGO) được chế tạo thành công bằng phương pháp Hummer cải biến. Các phương pháp chụp ảnh quét điện tử (SEM) đã cho thấy graphite đã bị tách lớp sau khi oxi hóa trong môi trường axit H_2SO_4 đậm đặc. Các nhóm chức chứa oxy cũng được gắn trên bề mặt của graphene oxit, được thấy trên kết quả của phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR). Các thông tin về diện tích bề mặt riêng, thể tích lỗ xốp, kích thước hạt đã được đo bằng phương pháp BET và cho thấy hạt GO có đường kính mao quản trung bình. Trong nghiên cứu này, rGO được sử dụng làm vật liệu hấp phụ dung môi hữu cơ bay hơi trong môi trường làm việc. Dung lượng hấp phụ toluene của graphene được xác định là 180mg/g. Bài toán quy hoạch thực nghiệm được áp dụng thông qua phần mềm STAGRAPHIC để tìm ra điều kiện hấp phụ tối ưu. Mô hình động học hấp phụ được xác định là tuân theo quy luật động học bậc nhất.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, các hoạt động công nghiệp đã phát sinh nhiều chất ô nhiễm. Môi trường sẽ bị ô nhiễm nếu không được thu gom và xử lý. Đặc biệt, sức khỏe người lao động sẽ bị ảnh hưởng nếu tiếp xúc trực tiếp. Ô nhiễm do các nguồn thải có nguồn gốc hữu cơ đã được quan tâm nhiều hơn trong những năm gần đây. Các loại hydrocacbon thơm có trong các nguồn thải của các nhà máy lọc dầu, chế biến khí, sản xuất đồ gỗ công nghiệp, sơn... có thể bay hơi và phát tán xa, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người và môi trường.

Toluene và xylene có thể phát hiện ở nhiều nguồn thải. Chúng được dùng phổ biến làm dung môi trong nhiều loại hình công nghiệp. Khả năng gây ô nhiễm không khí và tác động đến

sức khỏe người lao động là cao. Các dung môi hữu cơ bay hơi (VOC) được cho là nguyên nhân của nhiều bệnh tật như ung thư, bệnh về hô hấp. Vì vậy, cần thiết phải được xử lý, tách chúng khỏi môi trường.

Có nhiều phương pháp để xử lý các loại VOC hiện đang áp dụng như đốt, thu gom, phân hủy sinh học, hấp phụ... Trong đó hấp phụ được cho là phương pháp hiệu quả nhất, nhiều nghiên cứu áp dụng. Nhiều vật liệu hấp phụ cũng được nghiên cứu để đáp ứng ngày càng nhiều yêu cầu đặt ra của thực tế. Vật liệu có nguồn gốc C có nhiều ưu điểm được sử dụng nhiều trong hấp phụ như khối lượng riêng thấp, bền hóa học, phù hợp với quy mô lớn. Nhiều nghiên cứu tập trung vào loại vật liệu này nhằm mở rộng hơn

nữa khả năng áp dụng của phương pháp. Yêu cầu nghiên cứu tạo vật liệu hấp phụ mới cũng luôn được đặt ra.

Graphene là loại vật liệu có cấu trúc 2 chiều, tạo nên cấu trúc dạng tổ ong rất bền vững. Nó có những tính chất ưu việt như độ bền cơ học cao, độ dẫn điện cao và khả năng che chắn dạng phân tử. Graphene cho khả năng hấp phụ tốt đối với các chất ô nhiễm có vòng thơm do chứa hàm lượng O thấp hơn, kỵ nước tốt hơn, diện tích bề mặt lớn. Graphene có cấu trúc dạng tấm mỏng kích thước nano, có nhiều tâm khuyết tật nên có khả năng hấp phụ cao với các hợp chất vòng thơm, có thể cao hơn 10-15 lần so với carbon ống nano. Người ta cho rằng, ngoài có tính kỵ nước cao, rGO có thể tạo ra tương tác pi-pi với các phân tử hữu cơ. Tương tác pi-pi này đã tạo nên khả năng hấp phụ cao cho các chất ô nhiễm có một hay nhiều vòng benzene trong cấu trúc... Do vậy, loại vật liệu này có nhiều triển vọng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như composite, điện cực điện hóa, lớp phủ và đặc biệt làm chất hấp phụ...[1], [2].

Năm 2017, Yu và cộng sự đã sử dụng graphene oxit ở dạng oxi hóa (GO) và dạng khử (rGO) làm chất hấp phụ VOC. Graphene oxit được tổng hợp bằng phương pháp Hummer. Phương pháp Hummer có thể tạo được GO với hiệu quả cao. Vật liệu cũng được đặc trưng bằng các phương pháp vật lý hiện đại như SEM, TEM, FTIR. rGO thu được với diện tích bề mặt riêng lớn hơn GO; khả năng hấp phụ VOC cũng lớn hơn. Dung lượng hấp phụ toluene và benzen lần lượt là 276 và 304mg/g đối với rGO. Sau khi hấp phụ, rGO được gia nhiệt lên 150°C trong môi trường N₂ để giải hấp. Tuy vậy, các kết quả này chỉ với quy mô nhỏ, mỗi mẻ tổng hợp chỉ 3g với graphite có độ tinh khiết cao [2].

Năm 2018, Kim và cộng sự đã nghiên cứu, sử dụng graphene oxit dạng khử để làm chất hấp phụ tách toluene và acetaldehyde với hiệu suất hấp phụ đạt đến 98%. Tương tác pi-pi giữa bề mặt graphene và phân tử toluene là đóng góp quan trọng để nâng cao hiệu quả hấp phụ. Vật

liệu hấp phụ được đặc trưng các tính chất bằng các phương pháp vật lý hiện đại như hấp phụ-nhả hấp phụ đẳng nhiệt, phổ Raman, kính hiển vi điện tử quét SEM [3].

Năm 2019, Lim và cộng sự đã sử dụng graphene dạng bột có cấu trúc vi xốp để hấp phụ toluene và xylene ở các nồng độ khác nhau (30, 50, 100ppm). Graphene được xử lý nhiệt có thể đạt diện tích bề mặt riêng đến 542m²/g, khả năng hấp phụ toluene, xylene đến trên 98%. Graphene cũng được đặc trưng tính chất bằng các phương pháp hóa lý hiện đại. Nghiên cứu cũng chỉ ra, kích thước lỗ xốp đóng vai trò quan trọng trong quá trình hấp phụ. Quá trình giải hấp được thực hiện ở gia nhiệt 150°C và khả năng hấp phụ giảm khoảng 4% [4].

Ở Việt Nam, không có nhiều công trình nghiên cứu, đánh giá khả năng hấp phụ dung môi hữu cơ bay hơi của GO, rGO. Nhiều công trình tập trung đánh giá khả năng hấp phụ chất hữu cơ trong nước thải [5].

Như vậy, graphene vẫn đang được các nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm, nghiên cứu làm chất hấp phụ. Trong nghiên cứu này, graphene oxit dạng khử (rGO) được nghiên cứu tổng hợp và khảo sát các đặc trưng tính chất đồng thời việc sử dụng nó làm chất hấp phụ các dung môi hữu cơ cũng được khảo sát, đánh giá. Các kết quả nghiên cứu sẽ được mở rộng cho quy mô lớn hơn từ tổng hợp chế tạo vật liệu đến ứng dụng thực tế.

II. THỰC NGHIỆM

Hóa chất, nguyên liệu sử dụng: Graphite được cung cấp bởi Aldich-Sigma, có hàm lượng C > 99%, kích thước hạt < 45μm. Các hóa chất H₂SO₄ 98%, NaNO₃, KMnO₄ (Trung Quốc) thuộc loại tinh khiết, không phải xử lý gì trước khi dùng.

Tổng hợp graphene oxit (GO): được tổng hợp từ graphite bằng phương pháp Hummer cải biến theo quy trình như sau: Phân tán hỗn hợp gồm 3g graphite, 3g NaNO₃ trong 90ml axit

H₂SO₄ đậm đặc, trong 30 phút, tốc độ khuấy 2.500 vòng/phút. Hỗn hợp luôn được giữ ở 5°C. Thêm từ từ 9g KMnO₄ vào hỗn hợp, duy trì nhiệt độ này và khuấy đều trong 2 giờ. Hỗn hợp dần chuyển sang màu nâu đậm. Sau đó thêm dần nước cất, giữ nhiệt độ ở 50°C, tiếp tục khuấy trộn trong 1 giờ. Thêm 400ml H₂O₂ 30% để oxy hóa lượng KMnO₄ dư thừa sau phản ứng. Hỗn hợp được lọc, rửa nhiều lần bằng nước cất trên máy lọc chân không cho đến khi nước rửa đạt pH=7. Mang GO đi sấy ở 50°C trong môi trường không khí ta thu được sản phẩm graphene oxit dạng bột (GO) [2].

Tạo graphene oxit dạng khử (rGO): GO thu được từ quy trình trên được khử bằng axit ascorbic (vitamin C) trong dung dịch với hàm lượng 0,1g axit ascorbic/1g graphene oxit. Hệ phân tán GO và axit ascorbic trong nước được khuấy trộn liên tục trong 30 phút ở nhiệt độ 50°C. Hệ dần chuyển sang màu đen đậm, có thể nhận thấy các hạt rGO. Sản phẩm rGO được lọc, rửa nhiều lần để tách loại hết axit và muối trong sản phẩm, sấy khô ở 50°C trong 24h.

Đặc trưng tính chất của mẫu: Một số tính chất của mẫu GO, rGO được xác định bằng các phương pháp: chụp ảnh bằng kính hiển vi điện tử quét SEM (HITACHI-4800 FESEM, Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Hà Nội); Kính hiển vi điện tử truyền qua TEM (JEM-1400, Nanotechnology Lab, SHTP labs, Thành phố Hồ Chí Minh); Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier FTIR (STA6000, Perkin Elmer, Mỹ, tại Trường Đại học Bách khoa, ĐH Đà Nẵng); Đo diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp BET (trên máy ASAP-2020, Micromeritics, Mỹ, tại Trường ĐH Bách khoa, ĐH Đà Nẵng).

Nghiên cứu hấp phụ: Các thí nghiệm đánh giá hấp phụ được thực hiện trong thiết bị hấp phụ gián đoạn. Dung môi lựa chọn cho nghiên cứu là toluene, bay hơi tự nhiên từ dạng lỏng, trong bình kín có thể tích 22l. Hơi dung môi được bơm định lượng bơm với các tốc độ xác định qua lớp vật liệu graphene và trở lại bình chứa. Nồng độ dung môi được phân tích theo

từng khoảng thời gian trên máy sắc ký khí (GC). Vật liệu hấp phụ được sử dụng khảo sát ở dạng khử rGO.

Hiệu suất hấp phụ H - là phần trăm lượng dung môi bị giữ lại sau hấp phụ. Hiệu suất được tính bằng công thức:

$$H = 100\% \times (C_{\text{đầu}} - C_{\text{sau}}) / C_{\text{đầu}}$$

Dung lượng hấp phụ (Q_t) được xác định là lượng toluene (mg) mất đi do hấp phụ ở graphene, tính trên 1g chất hấp phụ, sau khoảng thời gian t. Các thí nghiệm được tiến hành gián đoạn với lượng graphene cho mỗi thí nghiệm là 4g.

Tối ưu hóa thực nghiệm: phương pháp thống kê được sử dụng để tối ưu hóa các thông số của quá trình hấp phụ. Phần mềm STAT-GRAPHICS, phiên bản 15.1.02, phương pháp Box-Behnken được sử dụng để xây dựng ma trận thực nghiệm. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình: nhiệt độ X₁(°C), nồng độ hơi dung môi ban đầu X₂ (ppm), tốc độ hơi dung môi vào thiết bị hấp phụ X₃ (m/s).

Mức trên, mức dưới của các yếu tố được khảo sát như sau:

- Mức cao: X₁^{max} = 50°C; X₂^{max} = 1.000ppm; X₃^{max} = 0,35m/s

- Mức thấp: X₁^{min} = 25°C; X₂^{min} = 100ppm; X₃^{min} = 0,05m/s

Như vậy, cần bố trí 15 thí nghiệm theo ma trận của phương pháp. Giá trị H thu được của 15 thí nghiệm này được đưa vào phần mềm để phân tích ảnh hưởng của các yếu tố (phân tích phương sai – ANOVA) từ đó tìm được điều kiện thí nghiệm để H đạt cực đại trong vùng khảo sát này.

Xác định phương trình động học hấp phụ: Các tham số động học hấp phụ rất quan trọng để nghiên cứu ứng dụng. Do quá trình hấp phụ phức tạp nên người ta thường dùng phương trình động học hình thức xác định các hằng số tốc độ biểu kiến, được xây dựng theo mô hình động học hấp phụ biểu kiến Lagergren [5].

Giả thiết mô hình bậc nhất:

$$\frac{dQ_t}{dt} = k_1(Q_e - Q_t)$$

$$\ln(Q_e - Q_t) = \ln Q_e - k_1 t \quad (\text{PT1})$$

Q_e , Q_t là dung lượng hấp phụ ở cân bằng và thời điểm khảo sát t nào đó (mg/g). Như vậy, nếu quan hệ $\ln(Q_e - Q_t)$ theo t là đường thẳng thì mô hình bậc 1 là phù hợp. Tương tự cho mô hình bậc 2.

Giả thiết mô hình bậc 2:

$$\frac{dQ_t}{dt} = k_2(Q_e - Q_t)^2$$

$$\frac{1}{Q_t} = \frac{1}{k_2 Q_e^2} + \frac{1}{Q_e} t \quad (\text{PT2})$$

Với: k_1 , k_2 là hằng số tốc độ hấp phụ, Q_t : dung lượng hấp phụ tại thời điểm t , Q_e : dung lượng hấp phụ cân bằng.

Như vậy, với các kết quả thực nghiệm, ta có thể thử với hai mô hình động học hình thức này, tính toán các thông số động học cho quá trình.

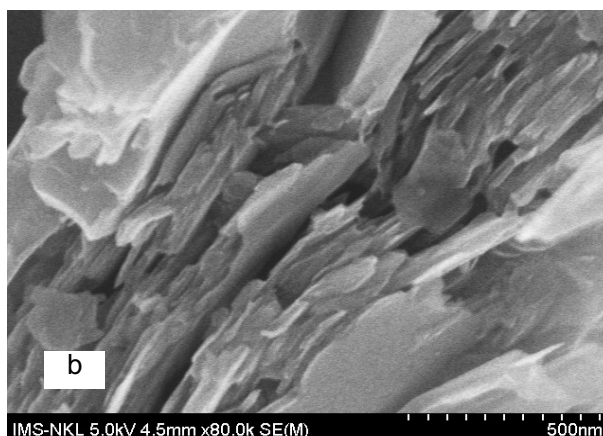
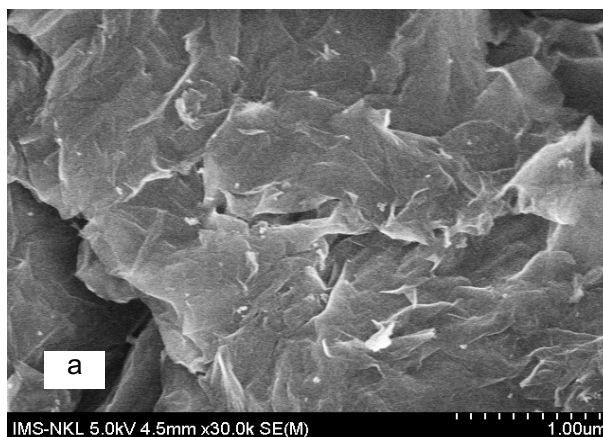
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Cấu trúc tế vi của graphene oxit

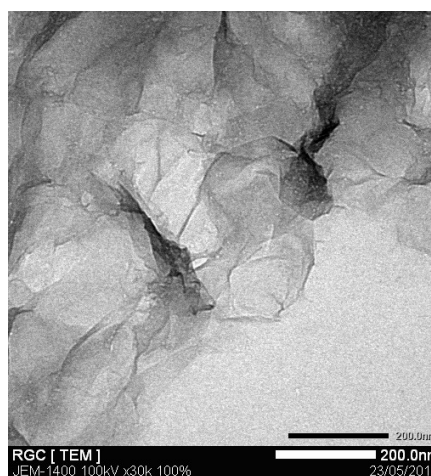
Kết quả chụp ảnh SEM của GO và graphite được thể hiện ở Hình 1.

Từ kết quả chụp SEM, có thể nhận thấy bề mặt của GO (Hình 1a) bề mặt có sự bong tróc, nhám hơn, có vị trí bị tách lớp. Các nếp gấp, vùng tối sáng cho sự tương phản của các lớp bị tách ra. GO vẫn còn cấu trúc lớp. So sánh ảnh SEM của graphite (Hình 1b), các lớp của graphite ban đầu dày, sít chặt và láng bóng hơn.

Sản phẩm rGO được chụp ảnh TEM (Hình 2), cấu trúc lớp có thể thấy được rõ ràng hơn. Các lớp của rGO mỏng hơn. Điều này chứng tỏ lớp rGO đã được hình thành, là yếu tố quan trọng để tạo nên cấu trúc vi xốp của rGO.



Hình 1: Ảnh chụp SEM của GO (a) và graphite (b)



Hình 2: Ảnh chụp TEM của rGO

3.2. Kết quả đo diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp BET

Kết quả đo BET của các mẫu GO, rGO và graphite thể hiện ở Bảng 1.

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy, diện tích bề mặt riêng của vật liệu graphen oxit (GO) đạt được là $72,9367\text{m}^2/\text{g}$ lớn hơn nhiều so với graphite. GO có cấu trúc nano với kích thước hạt trung bình nhỏ hơn và độ xốp cao hơn khá nhiều so với hạt graphite. Diện tích bề mặt riêng của rGO được cải thiện đáng kể sau khi khử, đạt được là $424,45\text{m}^2/\text{g}$. So với graphite ban đầu, rGO thu được có giá trị diện tích bề mặt riêng lớn hơn

nhiều. Vật liệu graphene có cấu trúc vi xốp, mao quản thuộc loại trung bình.

Như vậy, bằng quá trình oxi hóa hóa học trong môi trường H_2SO_4 với KMnO_4 làm chất oxi hóa, các lớp graphite được bóc tách ra, rGO tạo ra nhiều không gian xốp với độ xốp khá cao so với graphite.

3.3. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) của graphene oxit (GO)

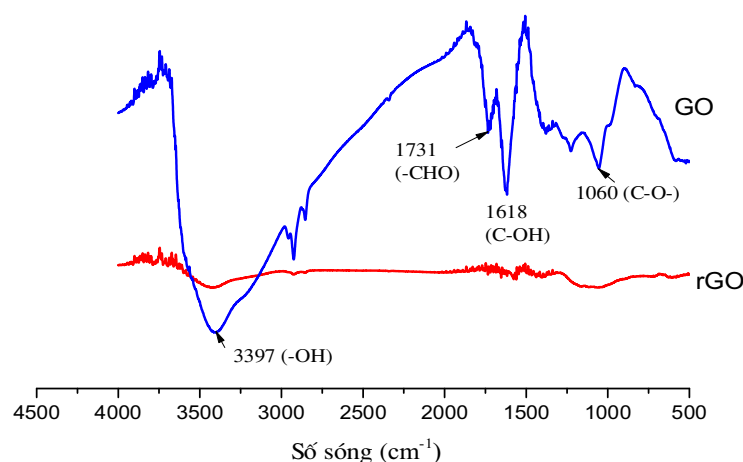
Kết quả phổ hồng ngoại FTIR của GO, rGO sau khi tổng hợp được thể hiện ở Hình 2 và Bảng 2

Bảng 1: Kết quả đo BET của vật liệu graphite, graphene oxit (GO) và dạng khử (rGO)

Thông số	Graphite	GO	rGO
Diện tích bề mặt (m^2/g)	19,9226	72,9367	424,45
Thể tích vi mao quản (cm^3/g)	0,09284	0,061949	0,062840
Kích thước hạt trung bình ($\text{\AA}$)	2972,110	817,437	142,65
Kích thước các lỗ xốp TB ($\text{\AA}$)	183,9693	33,7597	29,90

Bảng 2: Đặc trưng phổ hồng ngoại các nhóm chức của GO

Số sóng (cm^{-1})	Gán các dao động
3397	Dao động của nhóm -OH trong GO và của nước hấp phụ, tạo liên kết hydro giữa các lớp graphite
1732	đặc trưng cho nhóm cacbonyl của andehyde hoặc axit hoặc cetone
1622, 1050	tương ứng với dao động C-OH của nhóm hydroxyl và C-O của epoxy



Hình 3: Kết quả phổ hồng ngoại của GO và rGO

Như vậy, oxi hóa hóa học graphite bằng KMnO_4 trong môi trường axit H_2SO_4 đã gắn thành công các nhóm chức chứa O lên cấu trúc của GO. Các nhóm chức cơ bản đều có các số sóng đặc trưng được phát hiện trên phổ FTIR.

Sau khi khử GO bằng axit ascorbic, trên rGO không có bất cứ pic như đối với GO. Quá trình khử bằng axit ascorbic đã loại bỏ các nhóm chức chứa oxy trên GO, làm tách các lớp ra, tạo nên nhiều khoảng trống, lỗ xốp tế vi.

3.4 Ảnh hưởng của các yếu tố đến hiệu quả hấp phụ

Ma trận bố trí và kết quả thí nghiệm của tính hiệu suất hấp phụ toluene của graphene được thể hiện ở Bảng 3.

Kết quả phân tích phương sai được thể hiện ở Bảng 4 (xuất ra từ phần mềm STATGRAPHICS)

Kết quả phân tích ANOVA cho thấy sự biến thiên của H khi có các yếu tố ảnh hưởng. Với mô hình lựa chọn, giá trị p-value thu được đều nhỏ hơn 0,05 trong phân tích phương sai, độ tin cậy đạt đến 95%. Các yếu tố đều có ảnh

Bảng 3: Ma trận thí nghiệm theo phương pháp Box-Behnken

Thí nghiệm	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Nồng độ (ppm)	Tốc độ (m/s)	Hiệu suất hấp phụ thực nghiệm (%)
	X_1	X_2	X_3	H
1	25	100	0,2	88,6
2	50	100	0,2	88,4
3	37,5	1000	0,05	86,6
4	50	1000	0,2	87,3
5	37,5	100	0,05	88,8
6	50	550	0,35	88,5
7	50	550	0,05	86,7
8	25	550	0,05	89,4
9	37,5	1000	0,35	87,1
10	25	1000	0,2	87,5
11	25	550	0,35	86,2
12	37,5	100	0,35	87,05
13	37,5	550	0,2	86
14	37,5	550	0,2	86
15	37,5	550	0,2	86

Bảng 4: Kết quả phân tích phương sai (ANOVA)

Nguồn sai số (Source)	Tổng bình phương (Sum of Squares)	Bậc tự do Df	Sai số bình phương Mean Square	Giá trị thống kê F (F-Ratio)	Độ tin cậy P (P-Value)
A: X_1	0,08	1	0,08	128,00	0,0001
B: X_2	2,36531	1	2,36531	3784,50	0,0000
C: X_3	0,877813	1	0,877813	1404,50	0,0000
AA	4,72514	1	4,72514	7560,23	0,0000
AB	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
AC	6,25	1	6,25	10000,00	0,0000
BB	2,47514	1	2,47514	3960,23	0,0000
BC	1,26562	1	1,26562	2025,00	0,0000
CC	1,19437	1	1,19437	1911,00	0,0000
Total error	0,003125	5	0,000625		
Total (corr.)	18,2443	14			

R -squared = 99,9829 percent

R -squared (adjusted for d.f.) = 99,952 percent

Standard Error of Est. = 0,025

Mean absolute error = 0,0116667

Durbin-Watson statistic = 1,4375 ($P=0,0599$)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,275

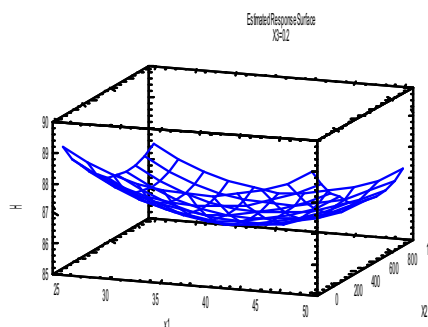
Kết quả nghiên cứu KHCN

Optimize Response

Goal: maximize H

Optimum value = 91.2232

Factor	Low	High	Optimum
X_1	25,0	50,0	25,2895
X_2	100,0	1000,0	100,0
X_3	0,05	0,35	0,05



Hình 4: Kết quả tối ưu và bề mặt đáp ứng thể hiện mối tương quan qua lại của các yếu tố

hưởng và tác động qua lại lẫn nhau trong quá trình hấp phụ.

Giá trị R-squared=99,9829% cho thấy mô hình lựa chọn phù hợp với giá trị thực nghiệm với độ tin cậy cao. Với modun Optimisation của phần mềm, kết quả tối ưu hóa hàm mục tiêu H cho ta kết quả của điều kiện hấp phụ thể hiện trên Hình 4 (xuất ra từ phần mềm).

Hiệu suất hấp phụ đạt giá trị cực đại là 91,2% trong điều kiện tối ưu đạt được $X_1=25,2^{\circ}\text{C}$; $X_2=100\text{ppm}$; $X_3=0,05\text{m/s}$

3.5 Xác định dung lượng hấp phụ

Với các điều kiện tối ưu thu được từ kết quả quy hoạch thí nghiệm, dung lượng hấp phụ Q_t theo thời gian được thể hiện ở Bảng 5.

Như vậy, dung lượng hấp phụ toluene của graphene sẽ tăng dần theo thời gian, sau 4 giờ hấp phụ, dung lượng Q_t gần như không thay đổi đạt 180mg/g.

Về cơ chế hấp phụ, chủ yếu là tương tác tĩnh điện, π - π liên kết và tương tác kỵ nước. Do có vòng benzene và bề mặt kỵ nước, tương tác tĩnh điện, π - π liên kết và tương tác kỵ nước giữa VOC và rGO có thể đã xảy ra. Nhóm methyl của toluene có thể tương tác với nhóm chứa O trên bề mặt rGO thông qua liên kết H, có thể làm tăng thêm tương tác hấp phụ toluene lên rGO [1], [2], [3].

Kết quả cho thấy quá trình hấp phụ Toluene

Bảng 5: Dung lượng hấp phụ toluene theo thời gian

Thời gian (giờ)	0	1	2	3	4	5	6	10
Q_t (mg/g)	0	40	70	120	180	180	181	181

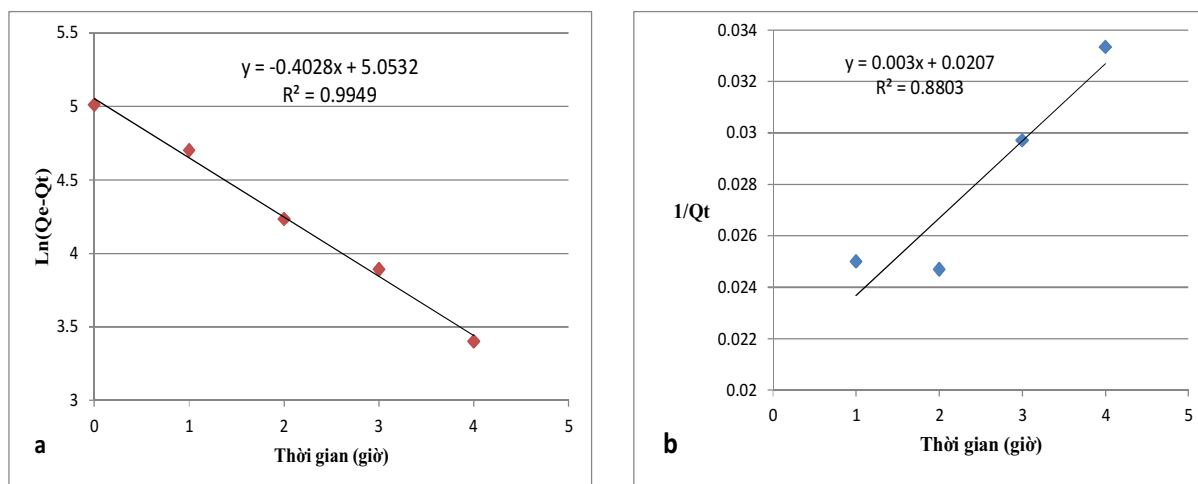
Bảng 6: Sự thay đổi Q_t theo thời gian

Thời gian (giờ)	0	1	2	3	4
Q_t (mg/g)	0	40	70	120	180
$\ln(Q_e - Q_t)$	5,19	4,94	4,7	4,09	-
t/Q_t	-	0,025	0,028	0,025	0,022

của graphene tuân theo quy luật động học bậc 1 với hằng số tốc độ phản ứng hấp phụ $k_1=0,4028\text{mg/g.h}$ (Hình 5).

IV. KẾT LUẬN

Graphene oxit (GO) được chế tạo thành công từ graphite bằng phương pháp hóa học. GO có thể khử bằng axit ascorbic để tạo GO dạng khử (rGO). Các kết quả phổ hồng ngoại, ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét, truyền qua, đo diện tích bề mặt riêng cho thấy rGO tạo ra có cấu trúc vi xốp, diện tích bề mặt riêng đạt được trên $400\text{m}^2/\text{g}$. Thông qua các kết quả phổ IR và phổ XRD, có thể khẳng định rằng GO đã được tổng hợp thành công với các nhóm chức đặc trưng được gắn lên cấu trúc của nó.



Hình 5. Kiểm tra mô hình quá trình hấp phụ toluene bằng rGO
a) với mô hình động học bậc 1; b) mô hình động học bậc 2

Ứng dụng phần mềm STATGRAPHIC trong quy hoạch bố trí thí nghiệm và tối ưu đã cho thấy sự ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ, nồng độ ban đầu, tốc độ dòng đến hiệu suất hấp phụ. Điều kiện tối ưu được áp dụng để đánh giá dung lượng hấp phụ hơi toluene của graphene, đạt khoảng 180mg/g. Động học quá trình hấp phụ toluene của graphene được biểu diễn bằng phương trình động học hình thức bậc 1.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm đề tài cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam thông qua đề tài cấp TLD mã số CTĐ-2019/02/TLD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. A. Azizi, A. Torabian, E. Moniri, and A. H. Hassani (2016), "Adsorption performance of modified graphene oxide nanoparticles for the removal of toluene, ethylbenzene, and xylene

from aqueous solution", Journal Desalination and water treatment, Vol 57,2016 – Issue 59, Pages 28806-28821.

[2]. Lian Yu1, Long Wang, Weicheng Xu, Limin Chen, Mingli Fu, Junliang Wu, Daiqi Ye, (2018), "Adsorption of VOCs on reduced graphene oxide", J. Environ. Sci. (China), Vol 67, pp. 171–178.

[3]. J. M. Kim, J. H. Kim, C. Y. Lee, D. W. Jerng, and H. S. Ahn (2018), "Toluene and acetaldehyde removal from air on to graphene-based adsorbents with micro-sized pores", J. Hazard. Mater., vol. 344, pp. 458–465.

[4]. S. T. Lim et al. (2019), "Mesoporous graphene adsorbents for the removal of toluene and xylene at various concentrations and its reusability," Sci. Rep., vol. 9, no. 1, pp. 1–12.

[5]. Hà Quang Ánh (2016), "Nghiên cứu tổng hợp và đặc trưng vật liệu mới cấu trúc nano trên cơ sở graphene ứng dụng trong xử lý môi trường", Luận án tiến sĩ, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam.

NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN QUẦN ÁO BẢO VỆ CHO NHÂN VIÊN CHỮA CHÁY

Lã Thị Ngọc Anh

Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tóm tắt:

Công tác phòng cháy, chữa cháy là những công việc nguy hiểm đi liền với mức độ rủi ro cao đối với người lính cứu hỏa. Quần áo bảo hộ đảm bảo an toàn cho lính cứu hỏa trước tác động của nhiệt, lửa, khói và các mối nguy hiểm khác trong đám cháy. Hiện nay, quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy ở nước ta chủ yếu là nhập khẩu, có giá bán tương đối cao. Vì vậy, bước đầu chúng tôi tiến hành nghiên cứu điều kiện làm việc, diễn biến sinh lý của cơ thể người lính cứu hỏa trong quá trình chữa cháy, vật liệu may, kiểu dáng, phương pháp đánh giá chất lượng, bảo quản quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy. Kết quả nghiên cứu này sẽ là cơ sở cho việc thiết kế quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy và có thể triển khai sản xuất sản phẩm này ở Việt Nam.

I. MỞ ĐẦU

Q quần áo là một trong những nhu cầu cơ bản của con người và được coi như một lớp da thứ hai để bảo vệ cơ thể người khỏi những tác động của môi trường xung quanh. Quần áo có thể mang lại sự thoải mái tâm sinh lý cho người mặc về mặt thẩm mỹ và cũng như thể hiện địa vị xã hội. Tuy nhiên, vai trò chính của nó là rào cản giữa người mặc và môi trường xung quanh nhằm bảo vệ cho cơ thể người khỏi những tác động trực tiếp của môi trường xung quanh như nhiệt độ, độ ẩm và các yếu tố khác nữa mà vẫn đảm bảo cho con người cảm thấy thoải mái về tâm sinh lý và vận động [1].

Với sự tiến bộ của khoa học công nghệ, nguy cơ con người tiếp xúc ngày càng nhiều với các mối nguy hiểm nghề nghiệp (hóa học, sinh học, hạt nhân, cơ học và nhiệt). Ví dụ, công nhân trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau như được phẩm, hóa dầu, phân bón, năng lượng hạt nhân có thể tiếp xúc với các mối nguy hiểm như hóa học, sinh học, hạt nhân còn lính cứu hỏa có

thể tiếp xúc với các mối nguy hiểm như ngọn lửa, bức xạ nhiệt, bề mặt nóng, chất lỏng nóng và hơi nước quá nhiệt. Để tránh khỏi các mối nguy hiểm nghề nghiệp, quần áo bảo hộ chuyên dụng đã hình thành, phát triển và được sử dụng rộng rãi trong các ngành khác nhau.

Cháy xảy ra do sự đánh lửa của chập điện, ma sát mà lại có sự kết hợp của các vật liệu dễ cháy như gỗ, polyme, dầu, khí,...thì cháy lại càng lớn. Cháy có thể xảy ra trong không gian thiên nhiên, trong các công trình kết cấu và trên phương tiện giao thông [1,2]. Cháy đã tàn phá tài sản, tính mạng con người. Công việc chính của nhân viên chữa cháy là dập tắt đám cháy không thể kiểm soát tại nguồn của nó. Ngoài ra, họ cần giải cứu tài sản và nạn nhân khỏi nơi xảy ra hỏa hoạn. Để hoàn thành các nhiệm vụ này, nhân viên chữa cháy phải đối mặt với môi trường nhiệt khắc nghiệt và không an toàn. Họ là một trong các đối tượng cần phải sử dụng những trang phục bảo hộ đặc biệt để thực hiện công việc của mình.

Bên cạnh đó tình hình cháy nổ hiện nay ngày càng xảy ra nhiều. Có những vụ cháy nổ đặc biệt nghiêm trọng đã ảnh hưởng nhiều đến kinh tế và an sinh xã hội. Vì vậy, nghiên cứu thiết kế quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy đã và đang được nhiều quốc gia quan tâm. Nghiên cứu tổng quan về quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy là cần thiết, để từ đó đặt tiền đề cho việc thiết kế loại quần áo này trong điều kiện Việt Nam.

II. NGHIÊN CỨU QUẦN ÁO BẢO VỆ CHO NHÂN VIÊN CHỮA CHÁY

* Đối tượng sử dụng

Người sử dụng quần áo bảo hộ lao động phòng cháy chữa cháy là lính cứu hỏa đang thực hiện nhiệm vụ chữa cháy hoặc diễn tập phòng cháy chữa cháy. Trang phục của người lính cứu hỏa có quần dài, áo jacket, mũ trùm kín đầu và cổ, găng tay, ủng, bình thở cá nhân và hệ thống thiết bị cảnh báo an toàn. Thoạt nhìn tưởng chừng bộ trang phục đơn giản, nhưng để chiến đấu với ngọn lửa hung tàn, nhiệt độ lên tới 10000C trang phục cần phải bảo vệ tính mạng cho lính cứu hỏa an toàn trước tác động của nhiệt, lửa, khói và các mối nguy hiểm khác trong đám cháy. Bên cạnh đó trang phục phải đảm bảo cho người mặc cảm thấy thoải mái, di chuyển tốt trong mọi tư thế, tinh huống khi làm nhiệm vụ.

* Điều kiện làm việc

Nhân viên chữa cháy làm việc trong điều kiện khí hậu khắc nghiệt như nhiệt độ đám cháy khoảng 400- 800⁰C[1-4]. Ngoài yếu tố nhiệt độ rất cao còn có hàng loạt các yếu tố nguy hiểm khác như ngọn lửa trực tiếp, than hồng, các vật rơi từ trên cao xuống, sụp đổ tầng nhà, ẩm ướt, trơn trượt, chật chội, bắn thiêu, khói mù, bụi bặm dày đặc, thậm chí còn có hóa chất độc hại và thiếu oxy.

Nhiệm vụ của nhân viên chữa cháy là dập lửa và tìm kiếm cứu nạn, các hoạt động của họ như một gánh nặng thể chất. Các chiến sĩ chữa cháy thường phải hoạt động các cơ bắp của toàn thân. Không những thế họ còn phải bền bỉ và

đeo dai ở môi trường khắc nghiệt như vậy trong thời gian khá dài. Phần thân mình thường là các động tác diễn hình như vận mình, giơ tay, giang tay với, mang vác các vật dụng như ống nước, dây, bình oxy, nạn nhân... Phần chân thực hiện các động tác nhằm di chuyển nhanh như chạy sải bước rộng trung bình 60 cm và càn di chuyển trong địa hình khó khăn và luồn lách qua những đám cháy, leo tường, trèo, nhảy cao qua chướng ngại vật cháy, quỳ khi phun nước....

Để xác định các yêu cầu chỉ tiêu về chịu nhiệt, chịu lửa, các tính chất cơ lý của vật liệu may,... tiêu chuẩn TCVN 12366 [5] đã xây dựng hai mức thử nghiệm điều kiện làm việc của nhân viên chữa cháy (Bảng 1).

Bảng 1. Điều kiện môi trường làm việc

Điều kiện thử	Mức 1	Mức 2
Nhiệt độ	180 ± 5 ⁰ C	260 ± 5 ⁰ C
Mật độ thông lượng nhiệt	10kW/m ²	20kW/m ²

* Diễn biến sinh lý của cơ thể người trong quá trình chữa cháy

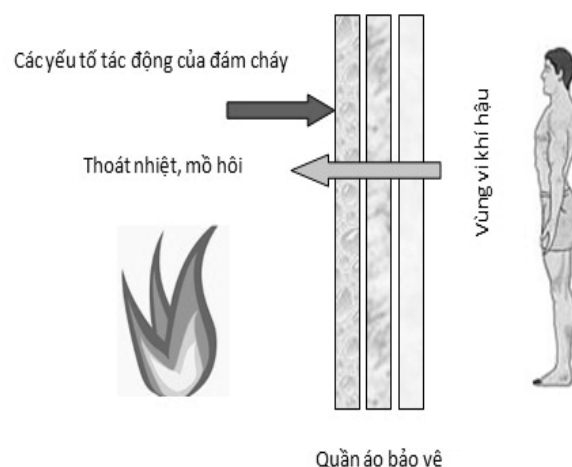
Khi làm việc ở môi trường không khí nhiệt độ cao trong thời gian dài, cơ thể người diễn ra rối loạn trao đổi chất; rối loạn điều hòa thân nhiệt, mất cân bằng nước và điện giải. Quá trình cháy phát ra các tia bức xạ nhiệt ảnh hưởng trực tiếp đến mắt của lính cứu hỏa, ảnh hưởng đến hệ thần kinh trung ương. Mặt khác do mang vác thêm các thiết bị thở cá nhân và thiết bị chữa cháy nên thường làm mất thăng bằng về mặt cơ học và làm giảm hiệu quả của chuyển động đặc biệt là ở các tư thế bò trườn, leo trèo. Khi đó, các cơ, xương và ổ khớp sẽ rơi vào tình huống như sau: một là không ổn định "bập bênh" hai là bị bó buộc làm cho cơ thể cảm thấy nhanh chóng mệt mỏi.

* Yêu cầu đối với quần áo bảo hộ cứu hỏa

Quần áo bảo hộ cứu hỏa cần duy trì trạng thái thoải mái về nhiệt và ẩm (kháng nhiệt,

Kết quả nghiên cứu KHCN

thoáng khí, thấm thấu hơi nước nhưng lại chống thấm nước từ bên ngoài) và cảm thấy dễ chịu khi da tiếp xúc trực tiếp với quần áo (mềm, không có cảm giác ngứa...). Trong quá trình sử dụng quần áo cho phép cơ thể chuyển động tự do không cảm thấy vướng víu trên toàn bộ bề mặt của cơ thể người nhưng phải đảm bảo kín cho phần cổ, cổ tay, cổ chân để ngăn chặn sự xâm nhập của nước cũng như những mảnh vụn của đám cháy. Khối lượng của loại quần áo phải nhẹ, đảm bảo cho người sử dụng thuận tiện, linh hoạt. Trang phục có hình dáng ổn định trong quá trình sử dụng: không co, không nhăn, độ bền nhiệt cao và dễ dàng vệ sinh. Một số yêu cầu của quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy được trình bày trong bảng 2.



Hình 1. Mô phỏng yêu cầu đối với quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy

Bảng 2. Yêu cầu đối với quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy [5]

TT	Tính chất, tính năng	Điều kiện thử mức 1	Điều kiện thử mức 2
1	Độ chịu lửa (TCVN 7205, ISO 15025)	Không bốc cháy và có mảnh vụn nóng chảy; không tạo thành lỗ, thời gian sau cháy $\leq 2s$	Không bốc cháy và có mảnh vụn nóng chảy; thời gian sau cháy $\leq 2s$, chiều dài than hóa $< 100mm$
2	Độ chịu nhiệt (TCVN 7206, ISO 17493)	Không nóng chảy, nhỏ giọt, tách rời hoặc bốc cháy, độ co $\leq 5\%$	Không nóng chảy, nhỏ giọt, tách rời hoặc bốc cháy, độ co $\leq 5\%$
3	Nhiệt chuyển thành lửa (TCVN 6877, ISO 9151)	$HTI_{24} \geq 13$ $HTI_{24} - HTI_{12} \geq 4$	$HTI_{24} \geq 17$ $HTI_{24} - HTI_{12} \geq 6$
4	Nhiệt chuyển thành bức xạ (TCVN 6878, ISO 6942)	$RHTI_{24} \geq 18$ $RHTI_{24} - RHTI_{12} \geq 4$	$RHTI_{24} \geq 26$ $RHTI_{24} - RHTI_{12} \geq 8$
5	Độ bền dư sau khi phơi bức xạ (TCVN 6878, ISO 6942)	$\geq 450N$	$\geq 600N$
6	Độ bền kéo lớp ngoài (ISO 13934-1)	$\geq 450N$	$\geq 800N$
7	Độ bền xé lớp ngoài (ISO 13937-2)	$\geq 25N$	$\geq 40N$
8	Độ bền đường may (ISO 13935)	$\geq 225N$	$\geq 450N$
9	Độ bền với chất dễ bay hơi (ISO 11092)	$\leq 40m^2Pa/W$	$\leq 30m^2Pa/W$
10	Độ ổn định kích thước (TCVN 8041, ISO 5077)	độ co $\leq 5\%$	độ co $\leq 5\%$

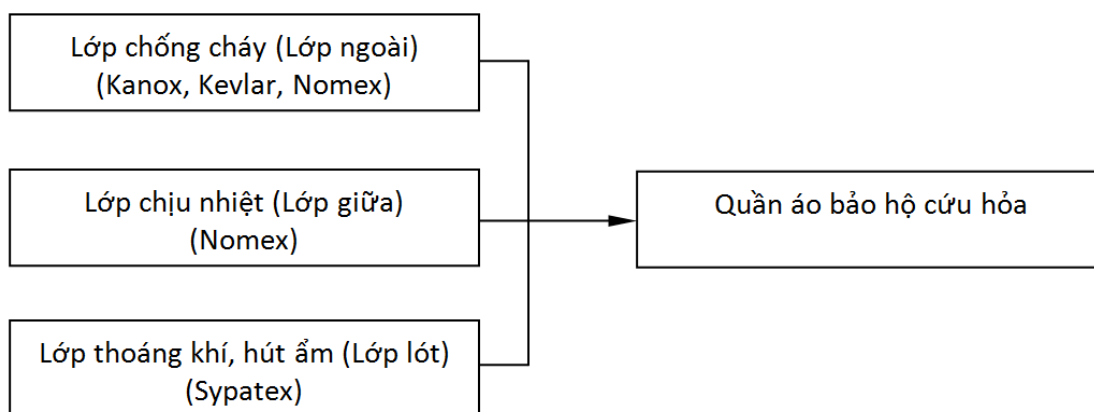
*Vật liệu may quần áo bảo hộ cứu hỏa

Quần áo bảo hộ cứu hỏa có nhiều lớp nhưng thường có 3 lớp được trình bày như sơ đồ Hình 2.

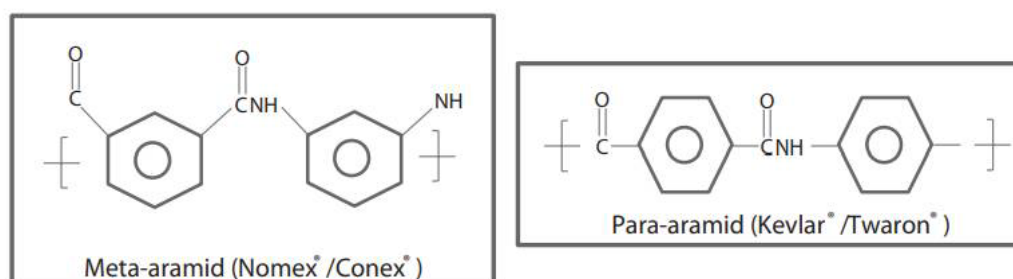
Lớp bên ngoài là lớp chống cháy, chống hóa chất và cản nhiệt tốt nhất. Lớp thứ 2 là lớp rào cản không cho nước và hơi nước từ môi trường bên ngoài có thể xâm nhập vào bên trong của quần áo và cũng là lớp hỗ trợ cách nhiệt cùng với lớp ngoài. Lớp lót bên trong nhằm bảo vệ cho lớp vật liệu thứ hai và cũng đảm bảo cho cơ thể người cảm thấy tiện nghi về thoáng khí và thoát mồ hôi.

Lớp vỏ bên ngoài có thể kháng lửa và sẽ chịu được nhiệt độ lên tới 1000°C trong khoảng năm phút, được dệt từ sợi chống cháy. Quá trình xử lý hóa học hoặc biến tính các xơ sợi tự nhiên

hoặc xơ sợi tổng hợp đã tạo ra sợi chống cháy. Cấu trúc hóa học của các sợi chống cháy có thể là aramid, poly (aramid-imide), polyimide, polybenzimidazole, polybenzoxazoles, polyphenylene sulphide, polyetheretherketones, polyether imide, polyacrylate, semi-carbon, thủy tinh và gốm sao cho chúng không dễ dàng tan chảy hoặc bắt lửa [3], [4]. Các vải chống cháy dệt từ sợi xử lý hóa học được sử dụng cho quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy làm việc trong điều kiện cháy ngoài trời hoặc trên các phương tiện giao thông. Vải được dệt từ sợi chống cháy chuyên dụng được sử dụng sản xuất quần áo bảo hộ cứu hỏa cho cháy trong các tòa nhà. Một trong số đó là sợi thủy tinh tráng nhôm. Vải được dệt từ sợi thủy tinh tráng nhôm có khả năng chống cách điện, ngăn bức xạ nhiệt, chống ăn mòn, chống hóa chất, chống dầu, dễ lau chùi, không thấm nước. Bề mặt vải sẵn chịu được



Hình 2. Sơ đồ kết cấu các lớp vật liệu của quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy



Hình 3. Cấu trúc hóa học của sợi aramid [3]

Kết quả nghiên cứu KHCN

hiệt độ lên tới 1000°C . Nhờ kỹ thuật mới mà người ta còn có thể tráng phủ một lớp nhôm rất mỏng trên bề mặt vải để tăng khả năng chịu lửa, chống hóa chất mà vẫn đảm bảo cho quần áo mềm và nhẹ. Vải này có cường độ chống kéo căng lớn hơn 3000N, cường độ chống xé rách lớn hơn $1000\text{g}/\text{cm}^2$ có khả năng làm giảm 90% sức nóng từ ngọn lửa hoặc nguồn gây cháy [5].

Loại vải làm từ sợi Nomex chống cháy có khả năng chịu nhiệt độ từ $500-700^{\circ}\text{C}$ và ngọn lửa trần trong thời gian 2-6s. Không bị nóng chảy trong thời gian ngắn. Vải có thành phần chính 93% sợi Nomex và 5% sợi Kevlar và 2% P-140 (chống tĩnh điện). Rất bền, nhẹ và thoáng khí đáp ứng tiêu chuẩn an toàn Mỹ và Châu Âu (NFPA 2112 & EN 531) [3], [4].

Vải Kanox là sự pha trộn của các thành phần sợi Aramid, Polyamid và sợi chống cháy có độ bền cao. Độ bền nhiệt cao hơn hẳn vải Nomex, kháng cháy, cách nhiệt, chịu nhiệt từ $800 - 1200^{\circ}\text{C}$. Vải không tan chảy, không bốc cháy hoặc nhỏ giọt khi tiếp xúc với lửa, có khả năng giữ cho nhiệt độ ở mặt bên trong của vải tương đối thấp làm cho người mặc cảm thấy thoải mái. Vải chống cháy Kanox bền màu không chứa các chất phụ gia hóa học hay amiăng, không gây ra bất kỳ triệu chứng dị ứng trên da và thân thiện với môi trường [4].

* Kiểu dáng quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy

Quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy truyền thống là kiểu áo jacket dài và quần dài. Guowen Song [1] nghiên cứu về quần áo cứu hỏa và đưa ra kết quả nên có phần giao nhau khoảng 30cm giữa áo dài và quần (để ngăn chặn sự thâm nhập của nhiệt). Do đó, khi thiết kế phần dưới của áo ngắn đi bao nhiêu thì cần phải bù vào phần cạp của quần tăng lên bấy nhiêu. Từ đó đã có những sáng kiến là thiết kế phần áo ngắn hơn và chiếc quần yếm để tăng độ an toàn và quá trình di chuyển của lính cứu hỏa được thuận tiện hơn. Hiện nay, quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy kiểu áo liền quần được sử dụng nhiều

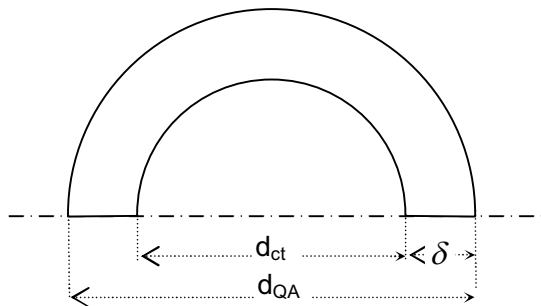
bởi lẽ nó vừa gọn vừa tạo ra một vùng vi khí hậu giữa cơ thể người và quần áo độc lập với môi trường bên ngoài đồng thời tiết kiệm được rất nhiều nguyên phụ liệu thiết kế và gia công quần áo bảo hộ cứu hỏa. Các thao tác của nhân viên chữa cháy cần nhanh, dứt khoát do đó áo bảo hộ có độ rộng hợp lý với cơ thể người mặc, đặc biệt đường vòng nách áo và đũng quần rộng hơn so với thiết kế thông thường, độ rộng ống quần đảm bảo cử động ngồi, quỳ thoải mái. Loại áo liền quần có kích thước chiều dài đũng quần và chiều dài toàn bộ quần áo là rất quan trọng để người lính không cảm thấy bị cò sát hoặc vướng ở phần đũng quần hay bị ngấn ở ống quần. Quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy hiện nay sẽ có những miếng đệm ở đầu gối, khuỷu tay để chống chảy sước các vị trí tiếp xúc của cơ thể người với các bề mặt trong quá trình leo trèo, bò, trườn [1]. Tại các vị trí ống tay và ống quần sẽ có những phần vật liệu dự trữ. Nó sẽ tỏ ra và che chắn phần cơ thể người có thể bị lộ ra môi trường đang cháy khi thực hiện các động tác vươn tay trèo, bám tường leo lên. Các băng phản quang được may tại các vị trí gần gấu quần, gấu tay ngang vai để dễ nhận biết ra người lính cứu hỏa trong bóng tối. Vị trí của các băng phản quang này trên quần áo của nhân viên chữa cháy cũng đã được qui định trong TCVN 12366: 2018 [5].



Hình 4. Một số kiểu quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy [11]

Một số nghiên cứu cũng đã tách rời phần lớp lót riêng của quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy vì những lý do như sau: cho phép tháo rời lớp lót ra khi diễn tập phòng cháy chữa cháy, trong quá trình sử dụng thì có thể tách lớp lót riêng ra để mang lớp vỏ bên ngoài đi làm vệ sinh, bảo dưỡng hoặc sửa chữa sau mỗi lần sử dụng.

Chiều dày lớp vi khí hậu (VKH) là khoảng cách giữa bề mặt da và mặt trong của quần áo (Hình 3).



Hình 5. Cách tính chiều dày lớp VKH giữa cơ thể và quần áo

Giả sử cơ thể người và quần áo là các đường tròn đồng tâm, khi đó tính chiều dày lớp VKH được xác định theo công thức:

$$\delta = \frac{d_{QA} - d_{ct}}{2} \quad (1)$$

Trong đó:

δ - chiều dày lớp vkh, mm

d_{QA} - đường kính mặt bên trong quần áo, mm

d_{ct} - đường kính cơ thể, mm

Nhiều tác giả đã nghiên cứu chiều dày lớp vi khí hậu này cho quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy. Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra nếu như chiều dày lớp vi khí hậu quá nhỏ hoặc quá lớn thì hiệu quả cách nhiệt cũng như tiện nghi đối với người sử dụng không cao. Đã xác định được kích thước vi khí hậu trung bình ở mức 6,35mm [7]. Một số vị trí mở của quần và áo như là phần cổ, cửa tay, gấu quần thường được đóng kín bằng khóa kéo, bo đai để ngăn

chặn hơi nóng, ngăn cản nhiệt từ bên ngoài có thể xâm nhập vào vùng vi khí hậu này.

* Phương pháp đánh giá chất lượng quần áo bảo hộ lính cứu hỏa

Khả năng chịu nhiệt, kháng lửa và đảm bảo tiện nghi của quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy sẽ được đánh giá khách quan trong phòng thí nghiệm trên manikin nhiệt theo các phương pháp tiêu chuẩn khác nhau như đã được qui định trong [8], [9], [10]. Sau đó được đánh giá chủ quan bằng cảm nhận lính cứu hỏa thông qua bảng câu hỏi sau các hoạt động đi trên máy chạy bộ trong phòng vi khí hậu ở hai điều kiện môi trường ẩm ướt có nhiệt độ 34°C và môi trường có nhiệt độ 79°C kèm bức xạ nhiệt là 10kW/m².



Hình 6. Đánh giá chủ quan quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy trong phòng thí nghiệm [3]

* Bảo quản quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy

Với chức năng bảo vệ sự an toàn và tính mạng của lính cứu hỏa nên quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy có một chế độ chăm sóc và bảo dưỡng đặc biệt. Sau mỗi một lần thực hiện nhiệm vụ chữa cháy, quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy cần được vệ sinh sạch sẽ và bôi lại fluorocarbons trên lớp vải ngoài cùng để tránh co rút và xử lý các chất bẩn như dầu, tro bụi và chất lỏng bám trên bề mặt quần áo.

III. KẾT LUẬN

Bài báo bước đầu đã nghiên cứu tổng quan về quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy. Đã nghiên cứu điều kiện làm việc, diễn biến sinh lý của cơ thể người lính cứu hỏa trong quá trình chữa cháy, vật liệu may, kiểu dáng, phương pháp đánh giá chất lượng và bảo quản quần áo bảo hộ cho nhân viên chữa cháy. Vì phải làm việc trong môi trường có nhiệt độ và bức xạ nhiệt cao nên cấu trúc quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy có nhiều lớp. Lớp quan trọng nhất là lớp ngoài cùng có nhiệm vụ kháng lửa và cản nhiệt. Vật liệu dùng cho lớp này là loại vải Nomex, Kevlar, Kanox. Kiểu dáng của quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy sẽ là dáng suông, kiểu áo liền quần được sử dụng nhiều hơn cả. Phần cổ áo, cửa tay, gấu quần thường được đóng kín bằng khóa kéo, bo đai để ngăn chặn hơi nóng, ngăn cản nhiệt, mảnh vụn từ bên ngoài có thể xâm nhập vào vùng vi khí hậu giữa cơ thể người và quần áo. Phần cửa tay và gấu quần có những phần vật liệu dự phòng sẽ tự tở ra để che phủ phần tay và chân của cơ thể người khi nhân viên chữa cháy thực hiện các động tác leo trèo vượt vớ (kéo dài phần thân người ra hơn ở trạng thái bình thường). Sau mỗi lần sử dụng, quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy cần được vệ sinh sạch sẽ và bôi lại fluorocarbons. Kết quả nghiên cứu tổng quan trên trên sẽ là cơ sở cho việc thiết kế quần áo bảo vệ cho nhân

viên chữa cháy và có thể triển khai sản xuất sản phẩm này ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Guowen Song, 2016, *Thermal Protective Clothing for firefighters*, Iowa State University.
- [2]. David Barr, Warren Gregson, Thomas Reilly, 2010, *The thermal ergonomics of firefighting* revised, *Applied Ergonomics* 41 , 167-172.
- [3]. <https://fire-retardant-fabric.ready-online.com/fire-retardant-fabric.html>.
- [4]. <https://fire-retardant-fabric.ready-online.com/flame-retardant-fabric.html>.
- [5]. TCVN 12366:2018, *Phương tiện bảo vệ cá nhân cho người chữa cháy - quần áo chống nóng và chống cháy tại các công trình-Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử*.
- [6]. BS EN 469:2005, *Protective clothing for fire-fighter- Performance Requirements For Protective Clothing For Firefighting*.
- [7]. Kim, I. Y., Lee, C., Li, P., Corner, B. D., & Paquette, 2002, *Investigation of air gaps entrapped in protective clothing systems*. *Fire and Materials*, 26(3), 121-126
- [8]. ISO 15384:2003, *Protective clothing for fire-fighters — Laboratory test methods and performance requirements for wildland firefighting clothing*.
- [9]. ISO 11613:2017, *Protective clothing for fire-fighter's who are engaged in support activities associated with structural fire fighting - Laboratory test methods and performance*.
- [10]. TCVN 7617:2007, *Quần áo bảo vệ cho nhân viên chữa cháy - Phương pháp thử trong phòng thí nghiệm và yêu cầu tính năng cho quần áo chữa cháy ngoài trời*.
- [11]. <http://www.northernworkwearltd.ca>

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SINH THÁI ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI LÀNG NGHỀ CHĂN NUÔI BÒ SỮA TẠI GIA LÂM-HÀ NỘI

Tăng Thị Chính, Đặng Thị Mai Anh,

Phùng Đức Hiếu, Nguyễn Minh Thư, Nguyễn Sỹ Nguyên

Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt:

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ sinh thái sử dụng bãi lọc trồng cây dòng chảy đứng kết hợp bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang và hồ thủy sinh thực vật nổi để xử lý nước thải cho làng nghề chăn nuôi bò sữa phân tán với quy mô pilot 12m³/ngày tại Đặng Xá, Gia Lâm, Hà Nội. Kết quả thực nghiệm cho thấy đã xử lý hiệu quả các chất ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải: Hiệu suất khử BOD của cả mô hình đạt từ 70-80%, COD 80-88%, TSS: 82 - 84%, TN: 74- 86% và TP đạt từ 90- 95%. Chất lượng của nước thải sau khi xử lý đều đạt tiêu chuẩn xả thải theo QCVN62:2016/BTNMT. Nhiệt độ môi trường có ảnh hưởng tới hiệu suất loại bỏ các chất ô nhiễm trong môi trường nước. Đối với hồ thực vật nổi sử dụng bèo tây, hiệu suất loại bỏ các chất ô nhiễm tốt nhất ở nhiệt độ môi trường từ 20°C trở lên và giảm mạnh khi nhiệt độ môi trường thấp hơn. Nhưng đối với bãi lọc trồng thực vật là sậy và thủy trúc thì nhiệt độ môi trường không ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất xử lý. Công nghệ này là khả thi để xử lý nước thải cho các hộ chăn nuôi bò sữa xen kẽ trong cụm dân cư.

I. MỞ ĐẦU

Theo số liệu thống kê của Tổng Cục thống kê, tính đến ngày 01.10.2018, tổng đàn bò sữa của Việt Nam đạt 294.382 con, trong đó có tới 1/3 tổng đàn bò sữa đang được nuôi tại nông hộ, với quy mô trung bình từ 5-7 con/hộ [1]. Chăn nuôi gia súc quy mô hộ gia đình đã và đang gây ô nhiễm nghiêm trọng môi trường tại các cụm dân cư. Hiện nay, toàn bộ chất thải từ chăn nuôi bò sữa hộ gia đình chủ yếu được rửa trôi đưa vào hầm biogas để xử lý. Biogas mới chỉ loại bỏ được các chất ô nhiễm hữu cơ, vẫn còn N, P trong nước thải. Nước thải của các hộ chăn nuôi bò sữa bao gồm nước thải chăn nuôi và nước thải sinh hoạt nên có thành phần các chất ô nhiễm hữu cơ, N, P

cao hơn so với tiêu chuẩn cho phép xả ra môi trường (BOD₅:150-200mg/l, COD:600-700mg/l, TN: 70-100mg/l, TP: 15-20mg/l)

Công nghệ sinh thái sử dụng thực vật thủy sinh (TVTS) có nhiều ưu điểm so với các công nghệ khác như: thân thiện môi trường, rẻ tiền, dễ vận hành và hiệu quả cao và áp dụng được cho các quy mô khác nhau. Hệ thống xử lý nước thải sử dụng thực vật thủy sinh phù hợp hơn đối với các nước nhiệt đới so với các nước ôn đới vì thực vật miễn cảm với nhiệt độ thấp và vùng băng giá. Công nghệ sinh thái đã và đang được áp dụng ở nhiều nước trên thế giới như Mỹ, Pháp, Brazil, Argentina, Ấn Độ, Ai Cập, Trung Quốc...[2], [5], [8].

Kết quả nghiên cứu KHCV

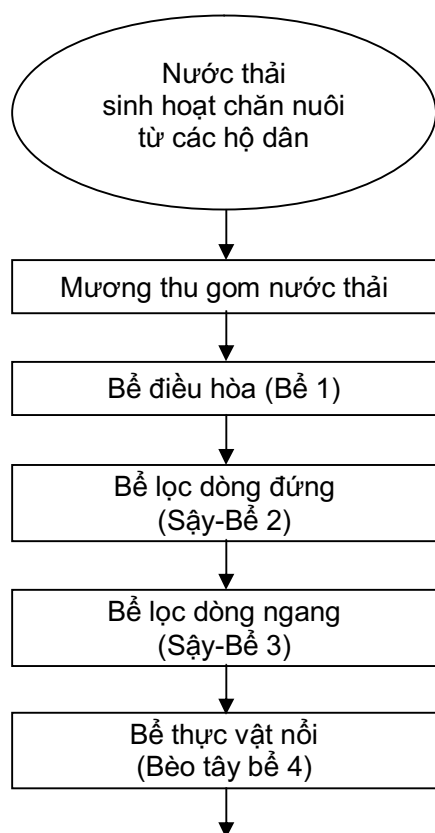
Việt Nam là quốc gia có triển vọng trong việc ứng dụng công nghệ sinh thái do có điều kiện khí hậu nhiệt đới cùng với hệ thực vật khá phong phú và đa dạng. Hiện nay ở nước ta cũng đã có một số nghiên cứu áp dụng công nghệ này để xử lý nước thải [3], [4], [6], [7].

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Nước thải từ các hộ nuôi bò sữa ở thôn Đồng Xuyên, xã Đặng Xá, huyện Gia Lâm, Hà Nội có các thành phần ô nhiễm chính sau: BOD₅:150-200mg/l, COD:600-700mg/l, TSS:200-2530mg/l, TN:70-100mg/l, TP:13-15mg/l.

Hệ thống pilot xử lý nước thải bằng công nghệ sinh thái sử dụng mô hình đất ngập nước với



Hình 1. Sơ đồ quy trình công nghệ mô hình xử lý nước thải làng nghề chăn nuôi bò sữa phân tán



Hình 2. Mô hình xử lý nước thải tại làng nghề chăn nuôi bò sữa phân tán quy mô 10-12m³/ngày

dòng chảy hỗn hợp qui mô 12m³/ngày bao gồm: bể lọc trồng cây dòng chảy đứng, bể lọc trồng cây dòng chảy ngang và hồ thực vật thủy sinh nổi (Hình 1): sử dụng các loại thực vật gồm: sậy (*Phragmites australis*), thủy trúc (*Cyperus alternifolius*) và bèo tây (*Eichhornia crassipes*).

Mô hình vận hành theo nguyên lý ruộng bậc thang nước thải được bơm vào bể điều hòa (bể 1) từ đó chảy vào bể lọc dòng chảy đứng (bể 2), tiếp theo sang bể lọc trồng cây dòng chảy ngang (bể 3) và hồ thủy sinh thực vật nổi (bể 4), lưu lượng nước được điều chỉnh bằng van khóa sao cho lưu lượng nước đạt Q=0,5m³/h. Định kỳ mỗi tuần lấy mẫu 1 lần để đánh giá hiệu quả xử lý thông qua các chỉ số ô nhiễm BOD₅, COD, TSS, TN, TP.8.

2.2. Phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích các chỉ số ô nhiễm trong nước thải theo TCVN: BOD₅ theo TCVN 6001-2:2008, COD theo TCVN 6491:1999, TN theo TCVN 6638:2000, và TP theo TCVN 6202:2008

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu đều được xử lý theo phương pháp thống kê sinh học bằng phần mềm Excel và các phần mềm xử lý thống kê thông dụng khác

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu suất xử lý các chất hữu cơ trong nước thải

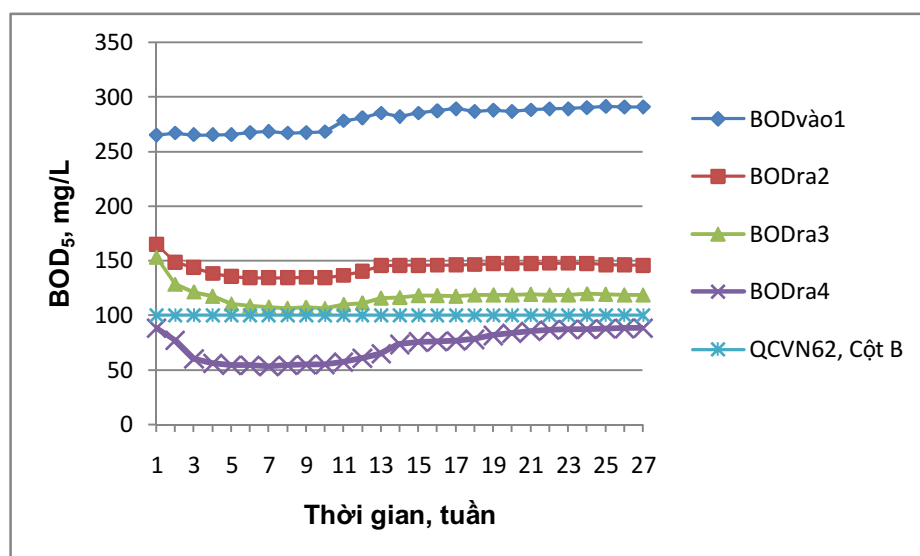
Sau 2 tháng trồng và chăm sóc cho thực vật thủy sinh tại các bể xử lý của mô hình sinh trưởng và phát triển ổn định, thì bổ sung nước thải vào để xử lý với lưu lượng $Q=0,5\text{m}^3/\text{h}$. Định kỳ mỗi tuần lấy mẫu một lần phân tích đánh giá hiệu quả xử lý thông qua các thông số BOD₅, COD và TSS, kết quả được trình bày trong Hình 3, 4 và 5.

Hình 3 và Hình 4 cho thấy, ở giai đoạn đầu (8 tuần đầu), nồng độ BOD₅, COD của nước thải đầu ra của bể lọc dòng chảy đứng (Bể 2) và dòng lọc chảy ngang (Bể 3) đều giảm dần theo thời gian vận hành. Nhưng ở các giai đoạn tiếp theo, nồng độ BOD₅, COD khá ổn định. Trong khi đó, trong giai đoạn đầu (11 tuần đầu), nồng độ BOD₅, COD ở đầu ra của bể thực vật thủy sinh nổi giảm dần theo thời gian vận hành, nhưng nồng độ lại tăng dần ở giai đoạn tiếp theo. Điều này có thể được giải thích như sau: nhiệt độ môi trường ở giai đoạn này (15-20°C) thấp hơn so với giai đoạn đầu (25-35°C) nên bào tảo

sinh trưởng chậm hơn.

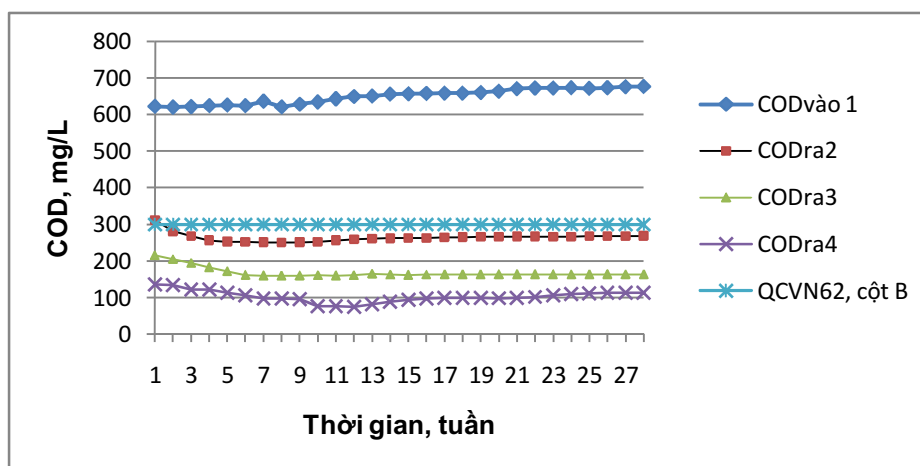
Kết quả ở Hình 3 và Hình 4 cũng cho thấy, hiệu suất khử BOD₅ và COD đạt được khá cao (70-80% đối với BOD₅ và 80-88% đối với COD), nồng độ các chất ô nhiễm hữu cơ sau khi xử lý đều đạt quy chuẩn xả thải QCVN 62:2016/BTNMT, cột B.

Hình 5 cho thấy khả năng loại bỏ TSS rất cao và ổn định trong suốt thời gian thử nghiệm, mặc dù nồng độ TSS ở đầu vào có tăng. Sau khi qua bể lọc dòng chảy đứng, nồng độ TSS đã giảm được trên 50% so với ở đầu vào. Đây cũng là một trong những ưu điểm nhất khi sử dụng bãi lọc trồng cây dòng chảy đứng. Việc giữ lại các chất rắn lơ lửng trên bề mặt bãi lọc đứng sẽ giúp cho trình phân hủy các chất ô nhiễm hữu cơ diễn ra trong điều kiện hiếu khí xảy ra nhanh hơn và ít phát sinh mùi hơn trong điều kiện không có oxy bên trong vật liệu lọc. Việc này cũng giải thích vì sao hiệu suất xử lý BOD₅ và COD ở bể lọc dòng chảy đứng cao hơn so với bể lọc dòng chảy ngang. Hiệu suất khử TSS đạt từ 82-85%, nồng độ TSS sau xử lý đạt quy chuẩn xả thải QCVN62:2016/BTNMT, cột A.

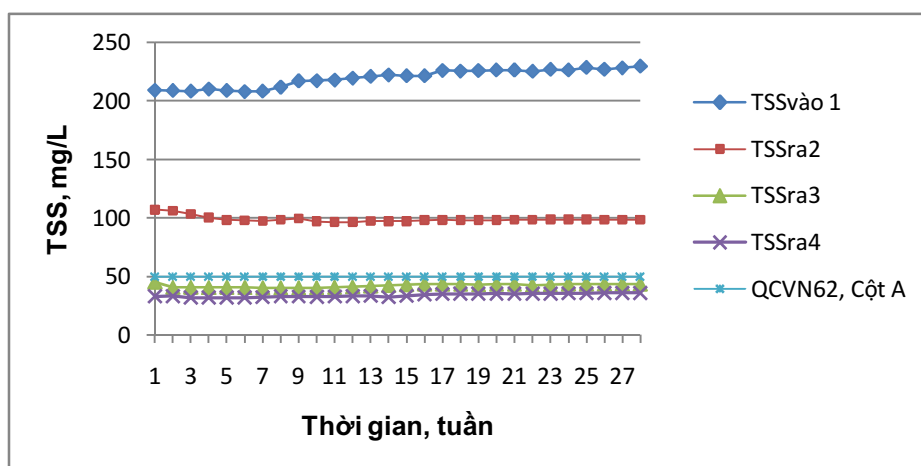


Hình 3. Biến động nồng độ BOD₅ ở đầu ra từ các bể xử lý theo thời gian vận hành

Kết quả nghiên cứu KHCN



Hình 4. Biến động nồng độ COD ở đầu ra từ các bể xử lý theo thời gian vận hành



Hình 5. Biến động nồng độ TSS ở đầu ra từ các bể xử lý theo thời gian vận hành

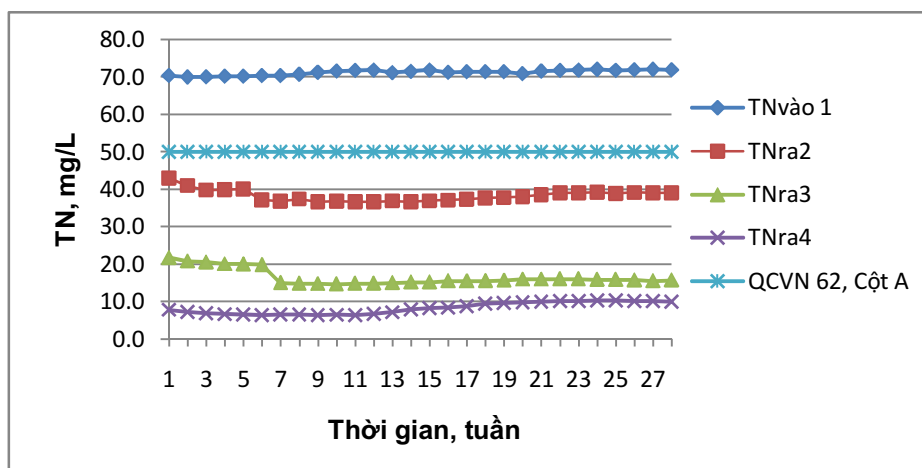
3.2. Hiệu suất xử lý tổng nitơ trong nước thải

Hình 6 cho thấy, ở giai đoạn đầu (6 tuần đầu), nồng độ TN ở đầu ra của bể lọc dòng chảy đứng (Bể 2) và dòng lọc chảy ngang (Bể 3) đều giảm dần theo thời gian vận hành, sau đó duy trì khá ổn định cho đến hết thời gian thử nghiệm. Trong khi đó, trong giai đoạn đầu (11 tuần đầu), nồng độ TN ở đầu ra của bể thực vật thủy sinh nổi (Bể 4) giảm mạnh theo thời gian, sau đó, tăng dần cho đến hết thời gian vận hành. Điều này có thể được giải thích như sau: ở các tuần tiếp theo, nhiệt độ môi trường 15-20°C thấp hơn so với

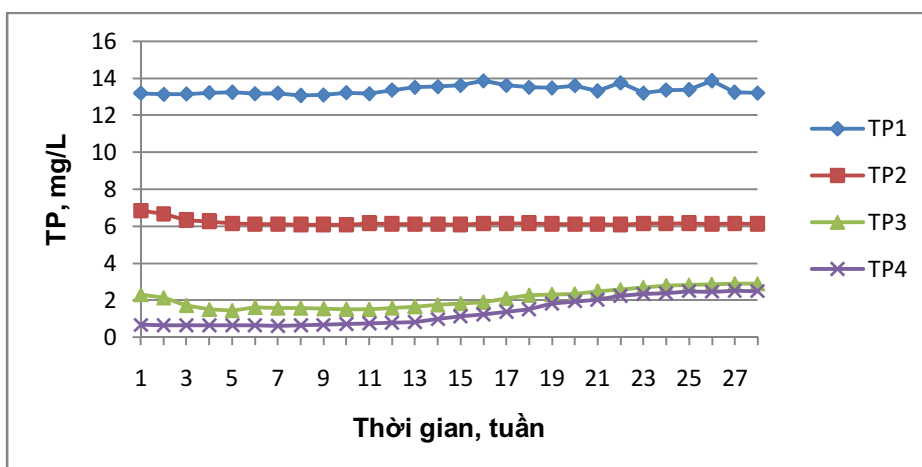
nhiệt độ môi trường ở giai đoạn đầu (20-35°C) nên bèo tây sinh trưởng kém hơn, dẫn đến hiệu suất giảm. Hiệu suất khử TN đạt từ 76-85%.

3.3. Hiệu quả xử lý tổng photpho trong nước thải

Hình 7 cho thấy, nồng độ TP ở đầu ra của các bể lọc dòng chảy đứng giảm rất nhanh trong 5 tuần đầu, sau đó hầu như không đổi cho đến hết thời gian thử nghiệm. Đối với bể lọc dòng chảy ngang TP của nước thải đầu ra trong 5 tuần đầu cũng giảm nhanh và tương đối ổn định từ tuần 6



Hình 6. Biến động nồng độ TN ở đầu ra từ các bể xử lý theo thời gian vận hành



Hình 7. Biến động nồng độ TP ở đầu ra từ các bể xử lý theo thời gian vận hành

đến tuần 11, nhưng sau đó có sự tăng chậm theo thời gian vận hành. Trong khi đó nồng độ TP của nước thải đầu ra sau hồ thực vật nổi biến động khá lớn theo thời gian vận hành. Nhiệt độ môi trường cũng ảnh hưởng lớn đến hiệu suất xử lý TP: ở nhiệt độ môi trường thấp tốc độ sinh trưởng chậm, làm giảm khả năng hấp thu photpho trong nước.

Kết quả ở Hình 7 cũng chỉ ra rằng, TP được loại bỏ chủ yếu ở 2 bể lọc dòng chảy đứng và bể lọc dòng chảy ngang. Điều này có thể giải thích

là do phần lớn photpho có trong nước thải ở dạng hữu cơ hoặc ở dạng vô cơ không hòa tan, chúng bị giữ lại khi đi qua các lớp vật liệu lọc, do đó TP còn lại trong nước thải ở đầu ra của các bể này chủ yếu ở dạng hòa tan. Chỉ 1 phần photpho ở dạng hòa tan được thực vật ở 2 bể lọc (2 và 3) hấp thu và tích tụ vào sinh khối của chúng. Còn ở bể thực vật thủy sinh nổi, photpho được loại bỏ chủ yếu thông qua quá trình hấp thu chúng vào sinh khối của bèo, nên hiệu suất ở bể này thấp hơn so với 2 bể trên. Hiệu suất khử TP chung đạt từ 90- 95%.

IV. KẾT LUẬN

1. Hệ thống xử lý nước thải sử dụng công nghệ sinh thái bể lọc trồng cây dòng chảy đứng kết hợp bể lọc dòng chảy ngang và hồ thủy sinh để xử lý nước thải cho làng nghề chăn nuôi bò sữa phân tán quy mô pilot 12m³/ngày đã xử lý hiệu quả các chất ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải: Hiệu suất xử lý BOD đạt từ 70-80%, COD đạt 80-88%, TSS đạt 82 - 84%, TN đạt 74- 86% và TP đạt 90-95%. Chất lượng của nước thải sau khi xử lý đạt quy chuẩn xả thải QCVN62:2016/BTNMT, cột A.

2. Đối với hệ thống xử lý nước thải bằng công nghệ sinh thái sử dụng thực vật thì nhiệt độ môi trường có ảnh hưởng tới hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm. Đối với hồ thực vật nổi sử dụng bèo tây, hiệu suất xử lý đạt được cao nhất khi nhiệt độ môi trường $\geq 20^{\circ}\text{C}$ và giảm mạnh khi nhiệt độ $< 20^{\circ}\text{C}$. Nhưng đối với bãi lọc trồng thực vật là sậy và thủy trúc, nhiệt độ môi trường không ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý.

LỜI CẢM ƠN:

Nghiên cứu này được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài: “Xây dựng mô hình ứng dụng công nghệ sinh học để xử lý ô nhiễm môi trường chăn nuôi bò tại huyện Gia Lâm, Hà Nội” Mã số: 01C-09. Tập thể tác giả chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ Hà Nội đã tài trợ kinh phí thực hiện

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. “Báo cáo thống kê chăn nuôi Việt Nam 01/10/2018”, Cục Chăn nuôi, Bộ NNPTNT

[2]. Hunt P.G., Poach M. E.(2001), “*State of the art for animal wastewater treatment in constructed wetlands*”, Water Sci. Technol., 44 (11-12), pp19-25.

[3]. Trương Thị Nga, Võ Thị Kim Hằng (2010), Xử lý nước thải bằng rau ngổ và lục bình, <http://www.thiennhien.net/2010/11/10/xu-ly-nuoc-thai-bang-rau-ngoc-va-luc-binh/>.

[4]. Vu Thi Nguyet, Tran Van Tua, Nguyet Trung Kien, Le Thi Thu Thuy, Nguyen Trieu Duong (2014), “*The use of subsurface constructed wetland grown vetiver grass for removal of nitrogen and phosphor from swine wastewater*”, Journal of Science and Technology, 52(3A), pp 74-80.

[5]. Singhal V., Rai J. P. N.(2003), “*Biogas production from water hyacinth and channel grass used for hytoremediation of industrial effluents*”, Bioresource Technology 86,pp 221- 225.

[6]. Tua T. V., Duc P. V., Anh B. K., Thuy L.T., Anh D. T., Kim D. D.(2006), “*The Use of constructed wetland system for treatment of fish processing wastewaters in Vietnamese condition, 10th Intern. Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control*”. Lisbon-Portugal, pp 69-78.

[7]. Trần Văn Tựa, Nguyễn Trung Kiên, Lê Thị Thu Thủy, Vũ Thị Nguyệt (2013), “*Xử lý nitơ và phot pho từ nước thải chăn nuôi lợn bằng công nghệ dòng chảy trên mặt sử dụng cây sậy*”, Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học Công nghệ sinh học toàn quốc:1122-1127.

[8]. U.S. EPA(1988), “*Design Manual-Constructed Wetlands and Aquatic Systems for Municipal Wastewater Treatment*”, Report no. EPA/625/1-88/022. Office of Research and Development, Cincinnati, OH, 83.

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO MÀNG HẤP PHỤ PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ PHƠI NHIỄM HƠI NICOTIN BẰNG PHƯƠNG PHÁP LẤY MẪU THỤ ĐỘNG

Trần Phương Thảo, Thái Hà Vinh, Nguyễn Phương Hiên

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

Tóm tắt:

Thuốc lá là sản phẩm tiêu dùng hợp pháp duy nhất gây tử vong cho một nửa số người sử dụng nó cùng hàng trăm nghìn người không hút thuốc lá khác. Theo số liệu của Tổ chức Y tế thế giới (WHO) cuối tháng 5/2017, mỗi năm thế giới có khoảng 7 triệu người tử vong do các bệnh liên quan đến hút thuốc lá và 600.000 người chết do phơi nhiễm với khói thuốc lá thụ động. Nicotine là thành phần chính trong thuốc lá và là nguyên nhân gây nghiện cho những người hút thuốc [1]. Trong nghiên cứu này đánh giá lựa chọn loại màng lọc làm vật liệu mang và tối ưu hoá nồng độ hoá chất tẩm NaHSO_4 để đạt hiệu suất thu hồi mẫu Nicotine theo yêu cầu phân tích lượng vết bằng phương pháp lấy mẫu thụ động. Đã chế tạo được hai loại màng hấp phụ trên cơ sở màng lọc Quartz và màng lọc sợi thủy tinh loại A (GF/A). Kết quả thí nghiệm cho thấy màng lọc Quartz có hiệu suất thu hồi cao hơn màng lọc GF/A ở các thí nghiệm, tuy nhiên sự khác biệt không rõ ràng. Màng lọc GF/A có khả năng lưu giữ mẫu lâu hơn, hệ số thu hồi sau 14 ngày thí nghiệm với nồng độ tẩm NaHSO_4 4% đạt trên 90%.

I. MỞ ĐẦU

Theo báo cáo năm 2010 của Tổng hội Y khoa Hoa Kỳ, khói thuốc lá chứa 7.000 hóa chất, trong đó có 69 chất gây ung thư. Một số chất độc hại điển hình trong khói thuốc lá gồm: Nicotine, Tar, CO, benzene, nitrosamines, ammonia, formaldehyde... Nicotine là thành phần chính có trong thuốc lá và là tác nhân gây nghiện cho những người hút thuốc.

Nicotine được tìm thấy có liên quan và tác động đến các bệnh và bộ phận: Ung thư đường ruột-dạ dày, bệnh ung thư tuyến tụy, bệnh ung thư vú, ảnh hưởng hệ thống tim mạch, hệ thống hô hấp, hệ tiêu hóa, hệ thống miễn dịch, hệ thống thị giác, hệ thống thận, hệ thống sinh sản-giống đực, chu kỳ kinh nguyệt, tế bào trứng, phụ nữ mang thai [2],[3].

Chính vì vậy, việc xác định nồng độ nicotine trong không khí khu vực làm việc là giải pháp dự phòng đầu tiên có cơ sở khoa học để ngăn ngừa sự ảnh hưởng tới sức khỏe của người lao động [4],[5].

Trên thế giới, phương pháp phân tích và đánh giá nicotine trong không khí bao gồm phương pháp lấy mẫu chủ động bằng cách sử dụng một bơm hút thu mẫu có tốc độ hút biết trước, hút một lượng không khí nhất định qua ống hấp phụ chứa vật liệu hấp phụ (XAD-2, XAD-4, Tenax hoặc than hoạt tính) và phương pháp thụ động bằng cách treo đầu lấy mẫu chứa vật liệu hấp phụ trong không khí để các vật liệu này hấp thu mẫu một cách tự nhiên [6]. Các mẫu này được phân tích bằng các thiết bị sắc ký GC-

NPD, thiết bị sắc ký GC-MS và HPLC [7], [8], [9], [10]. Bài báo này tập trung nghiên cứu vật liệu mang và tỉ lệ chất hấp phụ nhằm nâng cao hiệu suất và độ tin cậy cho phương pháp lấy mẫu hơi nicotin thụ động.

II. PHƯƠNG PHÁP

2.1. Xác định hơi nicotin bằng thiết bị GC/NPD

Nguyên lý của phương pháp: Hơi nicotine được hấp thu một cách thụ động lên vật liệu hấp phụ, sau đó Nicotine trên lớp hấp phụ được chiết tách chuyển thành dạng dung dịch và được định tính, định lượng bằng thiết bị sắc ký khí ghép nối detector NPD. Detector nitơ-phốt pho (NPD) chọn lọc cho các hợp chất hữu cơ có chứa nitơ hoặc phốt pho. NPD cũng đáp ứng phân tích hydrocarbon bình thường, nhưng ít hơn khoảng 100.000 lần so với các hợp chất chứa nitơ hoặc phốt pho [11]. Do tính chọn lọc và độ nhạy của nó, NPD thường được sử dụng để phát hiện các hợp chất vi lượng có chứa N, P khác nhau.

Mẫu nicotine trên màng được chuyển sang dạng nicotin tự do khi thêm dung dịch NaOH vào mẫu và lắc đều. Dùng n-Heptane và chiết lỏng lỏng để tách pha nicotine từ dung dịch NaOH vào n-Heptane. Định lượng Nicotin trong mẫu từ đường chuẩn sử dụng phương pháp nội chuẩn với Quinoline. Sử dụng thiết bị GC/NPD Shimadzu 2010 Plus với cột tách GC HP-FFAP 25m, 0,32mm, 0,5 μ m; nhiệt độ cổng bơm mẫu: 230 $^{\circ}$ C; Nhiệt độ lò cột 120 $^{\circ}$ C; nhiệt độ NPD: 220 $^{\circ}$ C; tốc độ dòng khí mang: 3,6mL/phút; thể tích bơm mẫu: 1,0 μ L.

2.2. Thí nghiệm lựa chọn màng tẩm

Tiến hành khảo sát trên hai loại vật liệu mang là màng lọc làm bằng sợi thủy tinh loại A (GF/A) được mua thương mại của hãng Whatman (GF/A, 25mm, Cat No.1820-025) và màng Quazt 25 mm của hãng SKC (225-1824, 25mm, 1,2 μ m).

Trước khi tẩm chất hấp phụ NaHSO₄, các màng lọc được chiết Soxhlet bằng methanol trong vòng 24h. Màng lọc được để khô trong bình hút ẩm có chứa silica gel sạch. Sau đó tiến hành tẩm NaHSO₄ ở ba nồng độ khác nhau là

1%, 4% và 10% cho mỗi loại màng, thí nghiệm lặp lại 5 mẫu tại mỗi nồng độ. Ký hiệu các thí nghiệm như sau:

- GA1: Màng lọc GF/A tẩm NaHSO₄ 1%
- GA4: Màng lọc GF-A tẩm NaHSO₄ 4%
- GA10: Màng lọc GF-A tẩm NaHSO₄ 10%
- Q1: Màng lọc Quart tẩm NaHSO₄ 1%
- Q4: Màng lọc Quart tẩm NaHSO₄ 4%
- Q10: Màng lọc Quart tẩm NaHSO₄ 10%

Tiến hành thêm chuẩn nicotine nồng độ 5 μ g/mL và thực hiện quá trình phân tích tại các thời điểm khác nhau: Ngày đầu tiên (sau khi thêm chuẩn nicotine lên màng), sau thời gian 3 ngày, 7 ngày và 14 ngày. Ở mỗi nồng độ cho mỗi loại màng chuẩn bị đủ loạt 20 mẫu cho bốn khoảng thời gian khảo sát. Tổng số mẫu thí nghiệm là 120 mẫu. Điều kiện bảo quản như sau: màng được đặt trong túi nilon kín khí, tránh ánh sáng mặt trời, điều kiện bảo quản mẫu ở nhiệt độ phòng. Tất cả các loại màng sau khi được tẩm chất hấp phụ để khô và được bảo quản trong chai kín, tối màu.

2.3. Đánh giá hình ảnh vật liệu hấp phụ trên màng tẩm.

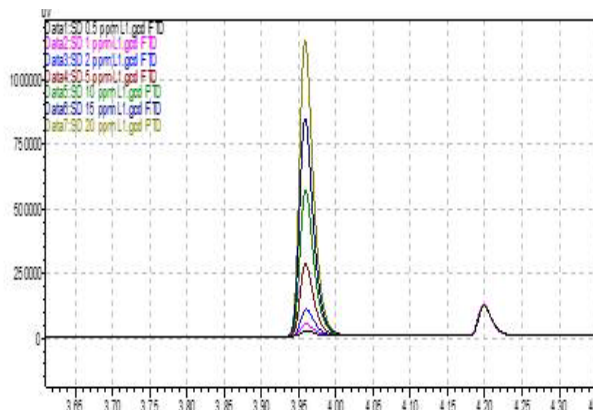
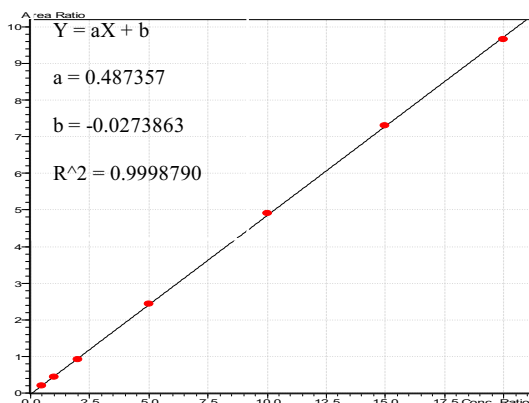
Tiến hành tẩm NaHSO₄ lên màng lọc ở 3 khoảng nồng độ khác nhau là 1%, 4%, 10%. Chụp hình ảnh lớp vật liệu hấp phụ lên màng bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM - Scanning Electron Microscope) để xác định mật độ và khả năng phân bố chất hấp phụ trên màng.

Đánh giá hiệu quả hấp thu mẫu qua hiệu suất thu hồi khi tiến hành phân tích đánh giá độ thu hồi qua các loạt mẫu thêm chuẩn nicotine.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khoảng tuyến tính

Từ dung dịch chuẩn của nicotine và chất nội chuẩn quinoline pha thành dãy dung dịch chuẩn nicotine có nồng độ từ 0,5-20 μ g/mL với nồng độ chất nội chuẩn quinoline là 5 μ g/mL.



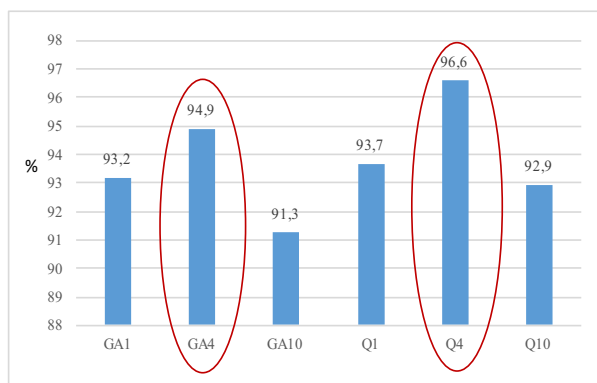
Hình 1. Đường chuẩn tuyến tính của nicotin với nội chuẩn Quinolin

Hệ số tương quan $R^2 = 0,9998$ thỏa mãn điều kiện $0,995 \leq R^2 \leq 1$ và độ chệch các điểm chuẩn trong khoảng $\pm 10\%$ [12], đạt yêu cầu kỹ thuật cho phân tích lượng vết nicotine trong không khí.

3.2. Hiệu suất thu hồi mẫu

Kết quả thí nghiệm loạt mẫu đánh giá hiệu suất thu hồi trên hai loại màng nghiên cứu cho thấy tất cả các mẫu đều cho hiệu suất thu hồi trên 90%, trong đó ở dải nồng độ NaHSO_4 4% cho hiệu suất thu hồi trung bình cao nhất lần lượt là 94,9% đối với màng GF/A và 96,6% đối với màng Quartz.

Ở nồng độ tẩm NaHSO_4 10% ở cả hai loại màng lọc đều cho hiệu suất thu hồi trung bình



Hình 2. Hiệu suất thu hồi trung bình của hai loại màng GF/A và Quartz

thấp nhất. Hiệu suất thu hồi trung bình ở nồng độ tẩm còn lại lần lượt là 93,2% và 93,7% trên màng lọc GF/A và màng lọc Quartz.

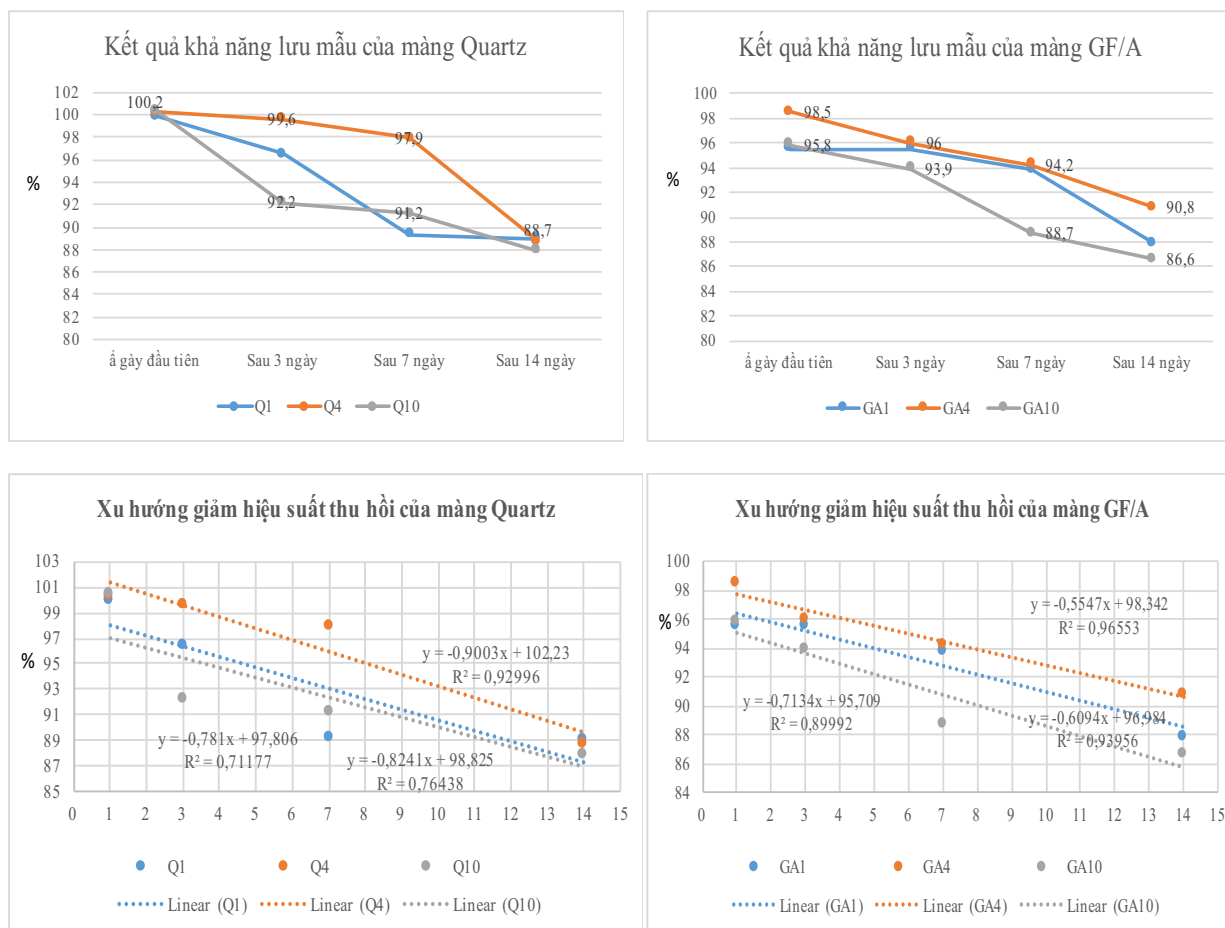
3.3. Khảo sát thời gian lưu mẫu

Sử dụng hiệu suất thu hồi qua các khoảng thời gian lưu mẫu khác nhau để đánh giá khả năng lưu giữ mẫu. Nhìn chung, sau thời gian lưu mẫu 14 ngày trên hai loại màng lọc hiệu suất thu hồi còn lại đạt trên 85%.

Ở cả ba khoảng nồng độ tẩm NaHSO_4 khảo sát, hiệu suất thu hồi của màng Quartz cao hơn màng GF/A tuy nhiên không có sự khác biệt đáng kể. Hiệu suất thu hồi giảm dần kể từ ngày đầu tiên đến sau ngày thứ 14 của cả hai loại màng lọc nghiên cứu. Kết quả hệ số góc đường xu hướng 4%, 1%, 10% chất tẩm trên màng Quartz có giá trị nghịch lớn hơn màng GF/A lần lượt là -0,9003; -0,8241; -0,781 và -0,5547; -0,6094; -0,7134 cho thấy xu hướng mất mẫu sau 14 ngày thí nghiệm của màng Quartz lớn hơn màng GF/A (Hình 3).

Đối với màng Quartz diễn biến giảm hiệu suất thu hồi từ ngày đầu tiên đến sau ngày thứ 14 của 3 khoảng nồng độ NaHSO_4 1%; 4%; 10% lần lượt là 10,9%; 11,5%; 12,5%. Đối với màng GF/A diễn biến giảm hiệu suất thu hồi từ ngày đầu tiên đến sau ngày thứ 14 của ba khoảng nồng độ NaHSO_4 1%; 4%; 10% lần lượt là 7,6%; 7,7%; 9,3%.

Kết quả nghiên cứu KHCN



Hình 3. Kết quả đánh giá khả năng lưu mẫu của các loại màng

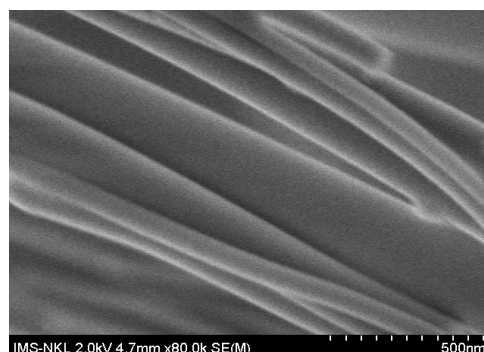
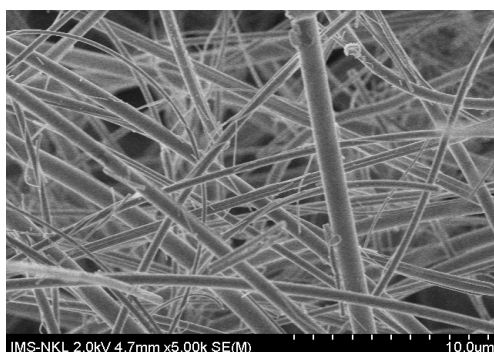
3.4. Kết quả đánh giá hình ảnh bề mặt chất tẩm NaHSO_4

Sau khi có kết quả đánh giá độ thu hồi trên các loại màng lọc. Để đánh giá về mặt hình ảnh trực quan của lớp chất hấp phụ NaHSO_4 tẩm lên màng GF/A ở cả 3 nồng độ, chúng tôi tiến hành chụp phóng đại hình ảnh màng lọc trước khi tẩm và sau khi tẩm bằng kính hiển vi điện tử quét.

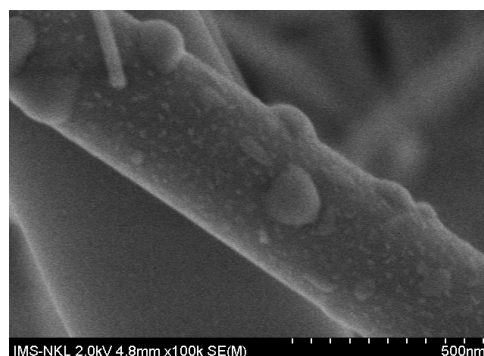
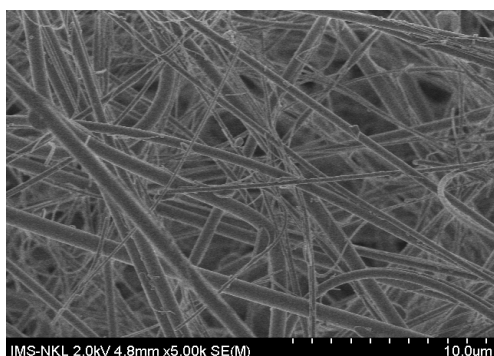
Từ ảnh chụp SEM có thể nhận thấy với nồng độ tẩm NaHSO_4 4% cho bề mặt chất hấp phụ phân tán đều và không quá dày đặc trên bề mặt màng lọc, các hạt NaHSO_4 bám thành chùm nhỏ trên bề mặt sợi thủy tinh (Hình 4c) tạo được diện tích bề mặt hấp phụ lớn nhất. Điều này được

chứng minh qua kết quả hiệu suất thu hồi trung bình ở nồng độ này là lớn nhất. Đối với nồng độ NaHSO_4 1% cho thấy bề mặt các sợi thủy tinh có mật độ các hạt NaHSO_4 rất thưa thớt (Hình 4b) điều này cũng được chứng minh bằng thực nghiệm là hiệu suất thu hồi trung bình của nó ít hơn ở nồng độ 4%. Đối với nồng độ NaHSO_4 10% qua hình ảnh chụp ở kích thước 10um và 500nm (Hình 4d) cho thấy NaHSO_4 bám thành từng mảng lớn trên bề mặt màng GF/A đồng thời phủ kín đều thành mảng trên bề mặt sợi không phải dạng các hạt nên diện tích bề mặt bị giảm rất nhiều so với nồng độ 1% và 4%, điều này cũng được minh chứng qua hình 4 khi hiệu suất thu hồi trung bình của nồng độ NaHSO_4 10% là thấp nhất.

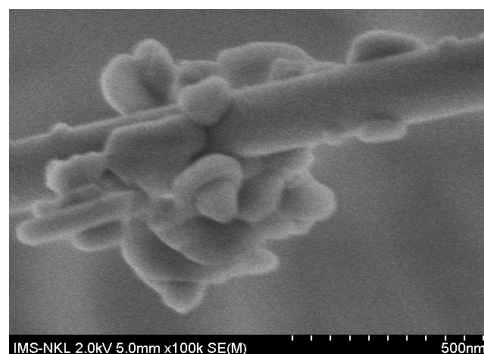
a. Màng lọc chưa tẩm



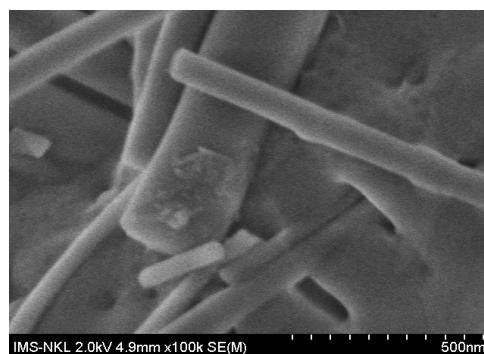
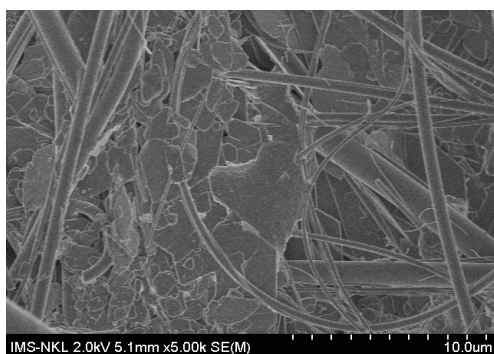
b. Màng lọc tẩm NaHSO_4 1%



c. Màng lọc tẩm NaHSO_4 4%



d. Màng lọc tẩm NaHSO_4 10%



Hình 4. Ảnh chụp SEM của vật liệu GF-A chưa tẩm và tẩm NaHSO_4 ở các nồng độ khác nhau

IV. KẾT LUẬN

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu suất thu hồi của cả hai loại màng lọc thí nghiệm không có sự khác biệt nhau đáng kể, đều đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật cho quan trắc hàm lượng vết nicotin trong không khí. Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm chỉ ra sự mất mẫu sau 14 ngày thí nghiệm trên màng Quartz lớn hơn màng GF/A. Ngoài ra giá thành của màng Quartz lớn hơn màng GF/A rất nhiều. Chính vì thế chúng tôi lựa chọn màng lọc GF/A cho các thí nghiệm thiết kế chế tạo công cụ lấy mẫu hơi nicotin thụ động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. US Department of Health and Human Services, *Mental Health*, Available from: <http://www.samhsa.gov/data/2k12/MHUS2010/MHUS-2010.pdf>. [Last accessed on 2014 Sep].
- [2]. Aseem Mishra, Pankaj Chaturvedi, Sourav Datta, Snita Sinukumar, Poonam Joshi, Apurva Garg (2015), "Harmful effect of nicotine", *India J Med Paediatr Oncol*, 36 (1), 24-31.
- [3]. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, (2004), "Tobacco smoke and involuntary smoking, *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum*", 83:1-1438.
- [4]. Đặng Ngọc Trúc, Phạm Đức Thủy, Phạm

Minh Khôi (1997), "Hướng dẫn giám định 21 bệnh nghề nghiệp được bảo hiểm", Viện giám định y khoa, Bộ Y Tế, tr.128-134,320-326.

[5]. Lê Trung (1987), "Nhiễm độc Nicotin nghề nghiệp, *Bệnh nghề nghiệp*", tập I, Nhà xuất bản Y học, tr.241-250.

[6]. Khanh Huynh C1, Moix JB, Dubuis A, (2008), "Development and application of the passive smoking monitor MoNIC, *Rev Med Suisse*, 4(144):430-3".

[7]. Nicotine: "method NIOSH 2544. *Manual of analytical method (NMAM): fourth edition*", 1994.

[8]. Nicotine: "method NIOSH 2551. *Manual of analytical method (NMAM): fourth edition*", 1998

[9]. ASTM D5075-01:2001: "Standard test method for nicotine and 3-ethenylpyridine in indoor air".

[10]. ISO 18145:2003: "Environmental tobacco smoke-Determination of vapour phase nicotine and 3-ethenylpyridine in air- Gas chromatographic method".

[11]. Nguyễn Văn Ri, (2014), "Các phương pháp tách, *Giáo trình giảng dạy dành cho sinh viên chuyên ngành Hóa Phân tích*", Trường Đại học Khoa Học Tự Nhiên Hà Nội.

[12]. AOAC International (2016), appendix F: "Guidelines for standard method performance requirements".



Ảnh minh họa. Nguồn: Internet