

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ, PHÂN LOẠI CHẤT LƯỢNG VỆ SINH MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG VÀ RỦI RO SỨC KHOẺ NGHỀ NGHIỆP THEO CÁC YẾU TỐ HOÁ HỌC TRONG KHÔNG KHÍ NƠI LÀM VIỆC

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

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

Tóm tắt:

Đã xây dựng được phương pháp đánh giá, phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động theo 8 loại bụi và 50 hóa chất nêu trong các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 02:2019/BYT và QCVN 03:2019/BYT, phục vụ cho phân loại điều kiện lao động và đánh giá rủi ro sức khỏe nghề nghiệp tại nơi làm việc.

1. MỞ ĐẦU

Điều kiện lao động (ĐKLĐ) và rủi ro sức khỏe nghề nghiệp (RRSKNN) phụ thuộc vào tổ hợp các yếu tố bao gồm: vi khí hậu, các yếu tố vật lý (ồn, rung, bức xạ...), bụi và các yếu tố hoá học, các yếu tố vi sinh vật, các yếu tố ergonomi và tâm sinh lý lao động. Bốn nhóm yếu tố đầu liên quan đến môi trường lao động (MTLD), còn 2 nhóm yếu tố sau liên quan đến quá trình lao động. Trong [1], các tác giả đã xây dựng phương pháp tổng quát đánh giá, phân loại chất lượng vệ sinh (CLVS) MTLD và cấp độ rủi ro sức khỏe nghề nghiệp do các yếu tố MTLD gây ra, từ đó đã xây dựng được các phương pháp đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN theo nhóm các yếu tố cụ thể như: vi khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, vận tốc gió, bức xạ nhiệt) [2]; các yếu tố vật lý (ồn rung, bức xạ...) [3]. Cũng trên cơ sở phương pháp tổng quát, đã xây dựng phương pháp đánh giá, phân loại ĐKLĐ và RRSKNN theo các yếu tố ĐKLĐ đặc trưng của một ngành, như khai thác và chế biến đá [4].

Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả đề cập tới phương pháp đánh giá, phân loại CLVS MTLD và RRSKNN theo bụi và các yếu tố hoá học. Nghiên cứu này đáp ứng đồng bộ tiến trình ban hành các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN thay thế cho QĐ 3733/2002/BYT và hoàn chỉnh dần công cụ đánh giá ĐKLĐ, RRSKNN theo mạch các công trình đã công bố [1], [2], [3], [4].

2. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Phương pháp chung đánh giá CLVS và RRSKNN theo bụi và các yếu tố hoá học trong không khí tại nơi làm việc được xây dựng trên cơ sở các nghiên cứu [1], [9], [10] và được thể hiện trong Bảng 1.

Theo Bảng 1, thực hiện đánh giá CLVS và RRSKNN theo 7 nhóm yếu tố hoá học có tác động đặc trưng tới sức khỏe con người như sau:

(1) Các hoá chất có mức độc hại thuộc nhóm 1-4, trừ các hoá chất ở các mục 2-7: Hầu hết hoá chất đều thuộc nhóm này. Nhìn chung, nồng

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 1. Đánh giá CLVS và RRSKNN theo hoá chất trong không khí tại nơi làm việc

TT	Các hóa chất	Mức chất lượng vệ sinh						
		Hợp vệ sinh	Chấp nhận được	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
		1	2	3	4	5	6	7
1	Các chất có mức độc hại thuộc nhóm 1-4 trừ các chất trong mục 2-7	≤0,5 STEL	>0,5÷1 STEL	>1÷3 STEL	>3÷10 STEL	>10÷15 STEL	>15÷20 STEL	>20 STEL
		≤0,5 TWA	>0,5÷1 TWA	>1÷3 TWA	>3÷10 TWA	>10÷15 TWA	>15 TWA	-
2	Các chất gây ngộ độc cấp tính, bao gồm:							
2a	Các chất có cơ chế tác động cấp tính, như: clo, amoniac	≤0,5 STEL	>0,5÷1 STEL	>1÷2 STEL	>2÷4 STEL	>4÷6 STEL	>6÷10 STEL	>10 STEL
2b	Các chất có tác động kích thích	≤0,5 STEL	>0,5÷1 STEL	>1÷2 STEL	>2÷5 STEL	>5÷10 STEL	>10÷50 STEL	>50 STEL
3	Các chất gây ung thư, các chất nguy hiểm cho sức khỏe sinh sản	≤0,5 TWA	>0,5÷1 TWA	>1÷2 TWA	>2÷4 TWA	>4÷10 TWA	>10 TWA	-
4	Các chất gây dị ứng , trong đó:							
4a	Nguy hiểm cao	≤0,5 STEL	>0,5÷1 STEL	-	>1÷3 STEL	>3÷15 STEL	>15÷20 STEL	>20 STEL
4b	Nguy hiểm trung bình	≤0,5 STEL	>0,5÷1 STEL	>1÷2 STEL	>2÷5 STEL	>5÷15 STEL	>15÷20 STEL	>20 STEL
5	Các loại thuốc chống ung thư, các loại hormone						*	
6	Các thuốc giảm đau gây nghiện				*			
7	Các loại enzym (enzyme) nguồn gốc vi sinh	≤0,5 STEL	>0,5÷1 STEL	>1÷5 STEL	>5÷10 STEL	>10 STEL	-	-
TT	Mối nguy hóa chất	Rủi ro cực thấp (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
		1	2	3	4	5	6	7
		Mức rủi ro SKNN						
Chú thích: STEL – Giới hạn tiếp xúc (phơi nhiễm) ngắn; TWA – Giới hạn tiếp xúc (phơi nhiễm) ca làm việc; (*) được phân hạng không căn cứ vào nồng độ chất ô nhiễm (không đo đạc)								

độ tiếp xúc (phơi nhiễm) trung bình ca làm việc được sử dụng để xác định CLVS và mức RRSKNN. Giá trị tham chiếu để so sánh và xác định là giới hạn tiếp xúc ca làm việc (TWA) theo QCVN 03:2019/BYT. Nếu tại bất kỳ thời điểm nào, CLVS và mức RRSKNN xác định theo nồng độ tiếp xúc ngắn cao hơn so với CLVS và mức RRSKNN đã được xác định theo nồng độ tiếp xúc trung bình ca làm việc, thì CLVS và mức RRSKNN được xác định lại theo nồng độ tiếp xúc ngắn.

(2) Các hoá chất gây ngộ độc cấp tính (2a và 2b): Nồng độ tiếp xúc ngắn được sử dụng để xác định CLVS và mức RRSKNN. Giá trị tham chiếu để so sánh và xác định là giới hạn tiếp xúc ngắn (STEL) theo QCVN 03:2019/BYT.

(3) Các chất gây ung thư, các chất nguy hiểm đối với sức khoẻ sinh sản: Nồng độ tiếp xúc trung bình ca làm việc được sử dụng để xác định ĐKLD và mức RRSKNN. Giá trị tham chiếu để so sánh và xác định là giới hạn tiếp xúc ca làm việc (TWA) theo QCVN:03/2019/BYT.

(4) Các chất gây dị ứng (4a và 4b): Nồng độ tiếp xúc ngắn được sử dụng để xác định ĐKLD và mức RRSKNN. Giá trị tham chiếu để so sánh và xác định là giới hạn tiếp xúc ngắn (STEL) theo QCVN 03:2019/BYT. Có một điểm khác biệt là: đối với hoá chất gây dị ứng nguy hiểm cao, nếu nồng độ cao hơn giới hạn tiếp xúc ngắn và nằm trong khoảng từ >1 đến 3 lần STEL thì xếp ngay vào mức 4 (độc hại trung bình, tương ứng với mức RR trung bình), chứ không xếp vào mức 3 như các nhóm hoá chất khác.

(5) Các loại thuốc chống ung thư, các loại hormone: nếu xuất hiện trong không khí tại chỗ làm việc, bất luận nồng độ tiếp xúc là bao nhiêu, thì xếp ngay vào mức 6 (độc hại nặng, tương ứng với mức RR rất cao).

(6) Các loại thuốc giảm đau gây nghiện: nếu xuất hiện trong không khí tại chỗ làm việc, bất luận nồng độ tiếp xúc là bao nhiêu, thì xếp ngay vào mức 4 (độc hại trung bình, tương ứng với

mức RR trung bình).

(7) Các loại enzym nguồn gốc vi sinh: Nồng độ tiếp xúc ngắn được sử dụng để xác định ĐKLD và mức RRSKNN. Giá trị tham chiếu để so sánh và xác định là giới hạn tiếp xúc ngắn (STEL) theo QCVN 03:2019/BYT.

Nồng độ tiếp xúc ngắn và nồng độ tiếp xúc trung bình ca làm việc được xác định theo hướng dẫn trong các quy chuẩn kỹ thuật [7], [8].

Để thuận tiện cho việc đánh giá ĐKLD và RRSKNN đối với hoá chất, trước hết cần phải phân nhóm hoá chất theo 7 nhóm như sau:

- Các hoá chất gây ngộ độc cấp tính (2a và 2b);
- Các chất gây ung thư, các chất nguy hiểm đối với sức khoẻ sinh sản;
- Các chất gây dị ứng (4a và 4b);
- Các loại thuốc chống ung thư, các loại hormone;
- Các chất giảm đau gây nghiện;
- Các loại enzym nguồn gốc vi sinh; và
- Các loại hoá chất còn lại không thuộc các nhóm kể trên.

3. PHƯƠNG PHÁP CỤ THỂ

Trong năm 2019 Bộ Y tế ban hành 02 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia mới về vệ sinh lao động thay thế cho tiêu chuẩn 3733/2002/QĐ-BYT cũ là:

- QCVN 02:2019/BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về bụi – Giá trị giới hạn tiếp xúc cho phép bụi tại nơi làm việc;
- QCVN 03:2019/BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia – Giá trị giới hạn tiếp xúc cho phép của 50 yếu tố hoá học tại nơi làm việc.

Phương pháp đánh giá CLVS và RRSKNN được triển khai đối với 8 loại bụi và 50 loại hoá chất nêu trong 2 quy chuẩn kỹ thuật mới ban hành trên.

Kết quả nghiên cứu KHCVN

3.1. Đối với bụi

3.1.1. Đối với bụi silic và bụi amiang:

Theo phân loại của Cơ quan nghiên cứu ung thư thế giới (IARC - International Agency for Research on Cancer) thì bụi silic và amiang đều là tác nhân gây ung thư cho người [5], [6]. Như vậy, thực hiện đánh giá phân loại CLVS và RRSKNN đối với bụi silic và bụi amiang như đối với các chất gây ung thư, các chất nguy hiểm cho sức khỏe sinh sản. Trên cơ sở giá trị tham chiếu ở QCVN 02:2019/BYT [7], các tác giả đã xây dựng được phương pháp đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN đối với bụi silic và amiang (Bảng 2).

3.1.2. Đối với các loại bụi khác:

Các loại bụi khác là các loại bụi có nguồn gốc hóa chất không thuộc các nhóm từ 2 đến 7 của Bảng 1. Trên cơ sở giá trị tham chiếu ở QCVN 02:2019/BYT [7], các tác giả đã xây dựng được phương pháp đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN đối với các loại bụi khác và trình bày

trong Bảng 3.

3.2. Đối với hoá chất

Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 03:2019/BYT đề cập tới giới hạn tiếp xúc của người lao động với 50 hoá chất tại nơi làm việc. Trong số 50 hoá chất, các tác giả đã tách riêng được 2 nhóm là: i) các hoá chất gây ung thư và có khả năng gây ung thư và ii) các hoá chất gây ngộ độc cấp tính.

3.2.1. Đối với các hoá chất gây ung thư và có khả năng gây ung thư:

Trong số 50 hoá chất được QCVN 03:2019/BYT đề cập, nhóm hoá chất gây ung thư và các hoá chất có khả năng gây ung thư bao gồm các hoá chất ở Bảng 4 và Bảng 5.

Trên quan điểm bảo vệ sức khỏe người lao động là ưu tiên hàng đầu, đề xuất thực hiện đánh giá CLVS và RRSKNN đối với các hoá chất có khả năng gây ung thư như đối với các hoá chất gây ung thư để đảm bảo an toàn hơn đối với người lao động (Bảng 6).

Bảng 2. Đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN đối với bụi silic và bụi amiang

TT	Thông số của bụi silic và bụi amiang	Mức chất lượng vệ sinh MTLĐ						
		Hợp vệ sinh	Chấp nhận được	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
		1	2	3	4	5	6	7
1	Bụi silic							
	Nồng độ silic trong bụi toàn phần, mg/m ³	≤0,15	>0,15÷0,3	>0,3÷0,6	>0,6÷1,2	>1,2÷3,0	>3,0	-
	Nồng độ silic trong bụi hô hấp, mg/m ³	≤0,05	>0,05÷0,1	>0,1÷0,2	>0,2÷0,4	>0,4÷1,0	>1,0	-
2	Bụi amiang							
	Bụi serpentine (chrysotile), sợi/ml	≤0,05	>0,05÷0,1	>0,1÷0,2	>0,2÷0,4	>0,4÷1,0	>1,0	-
	Bụi amphibole, sợi/ml	0 (Hoàn toàn không được phép)						
TT	Mối nguy bụi silic và bụi amiang	Rủi ro cực thấp (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
		1	2	3	4	5	6	7
		Mức rủi ro SKNN						

Bảng 3. Đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN đối với các loại bụi khác

TT	Thông số của các loại bụi khác	Mức chất lượng vệ sinh						
		Hợp vệ sinh	Chấp nhận được	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
		1	2	3	4	5	6	7
1	Bụi talc, nhôm, bentonit, diatomit, pyrit, graphit, cao lanh, than hoạt tính							
	Bụi toàn phần, mg/m ³	≤1,0	>1,0÷2,0	>2÷6,0	>6÷20,0	>20÷30,0	>30,0	-
	Bụi hô hấp, mg/m ³	≤0,5	>0,5÷1,0	>1÷3,0	>3÷10,0	>10÷15,0	>15,0	-
2	Bakelit, oxit sắt, oxit kẽm, dioxit titan, silicat, apatit, barit, potphatit, đá vôi, đá trăn châu, đá cẩm thạch, xi măng portland							
	Bụi toàn phần, mg/m ³	≤2,0	>2,0÷4,0	>4,0÷12,0	>12,0÷40,0	>40,0÷60,0	>60,0	-
	Bụi hô hấp, mg/m ³	≤1,0	>1,0÷2,0	>2,0÷6,0	>6,0÷20,0	>20,0÷30,0	>30,0	-
3	Bụi nguồn gốc từ thảo mộc, động vật, chè, thuốc lá, ngũ cốc, gỗ							
	Bụi toàn phần, mg/m ³	≤3,0	>3,0÷6,0	>6÷18,0	>18÷60,0	>60÷90,0	>90,0	-
	Bụi hô hấp, mg/m ³	≤1,5	>1,5÷3,0	>3÷9,0	>9÷30,0	>30÷45,0	>45,0	-
4	Bụi hữu cơ và vô cơ không có quy định khác							
	Bụi toàn phần, mg/m ³	≤4,0	>4,0÷8,0	>8÷24,0	>24÷80,0	>80÷120,0	>120,0	-
	Bụi hô hấp, mg/m ³	≤2,0	>2÷4,0	>4÷12,0	>12÷40,0	>40÷60,0	>60,0	-
5	Bụi bông, mg/m ³	≤0,5	>0,5÷1,0	>1÷3,0	>3÷10,0	>10÷15,0	>15,0	-
6	Bụi than							
	Bụi toàn phần, mg/m ³	≤1,5	>1,5÷3,0	>3÷9,0	>9÷30,0	>30÷45,0	>45,0	-
	Bụi hô hấp, mg/m ³	≤1,0	>1÷2,0	>2÷6,0	>6÷20,0	>20÷30,0	>30,0	-
TT	Mối nguy bụi khác	Rủi ro cực thấp (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
		1	2	3	4	5	6	7
		Mức rủi ro SKNN						

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 4. Các hoá chất gây ung thư

TT	Tên hóa chất	Công thức hóa học	Phân tử lượng	Số CAS	Giới hạn tiếp xúc ca làm việc (TWA)	Giới hạn tiếp xúc ngắn (STEL)	Nhóm độc tính theo IARC
1	Vinyl chloride	C ₂ H ₃ Cl	62,50	75-01-4	1,0	-	1
2	Acid sulfuric	H ₂ SO ₄	98,08	7664-93-9	1,0	2,0	1
3	Arsenic và hợp chất	As	74,92	7440-38-2	0,01	-	1
4	Arsin	AsH ₃	77,95	7784-42-1	0,05	-	1
5	Benzen	C ₆ H ₆	78,12	78,12	5,0	15,0	1
6	Cadmi và hợp chất	Cd CdO	112,41 128,41	7440-43-9 1306-19-0	0,005	-	1
7	Chromi (VI) (dạng hòa tan trong nước)	Cr ⁶⁺	-	1333-82-0	0,01	-	1
8	Chromi (VI) oxide	CrO ₃	99,99	1333-82-0	0,05	-	1
9	Ethanol	CH ₃ CH ₂ OH	46,08	64-17-5	1.000	3.000	1
10	Formaldehyde	HCHO	30,30	50-00-0	0,5	1,0	1

Bảng 5. Các hoá chất có khả năng gây ung thư

TT	Tên hóa chất	Công thức hóa học	Phân tử lượng	Số CAS	Giới hạn tiếp xúc ca làm việc (TWA)	Giới hạn tiếp xúc ngắn (STEL)	Nhóm độc tính theo IARC
11	Xăng	C _n H _{2n+2}	99,99	8006-61-9; 89290-81-5	300	-	2A
12	Dichloromethan	CH ₂ Cl ₂	84,93	75-09-2	50	-	2A
13	Nitro toluen	CH ₃ C ₆ H ₄ NO ₂	137,15	99-99-0 99-08-1 88-72-2	11	-	3 3 2A
14	Carbon tetrachloride	CCl ₄	153,84	56-23-5	10	20	2B
15	Chloroform	CHCl ₃	119,37	67-66-3	10	20	2B
16	Cobalt và hợp chất	Co	58,93	7440-48-4	0,05	-	2B
17	Nitro benzen	C ₆ H ₅ NO ₂	123,12	98-95-3	3,0	-	2B

Bảng 6. Đánh giá CLVS và RRSKNN đối với các hoá chất gây ung thư và có khả năng gây ung thư

TT	Thông số của hóa chất gây ung thư	Mức CLVS						Nguy hiểm
		Hợp vệ sinh	Chấp nhận được	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	
		1	2	3	4	5	6	7
1	Nồng độ tiếp xúc trung bình ca làm việc, mg/m ³	≤0,5 TWA	>0,5÷1,0 TWA	>1÷2,0 TWA	>2÷4,0 TWA	>4÷10 TWA	>10 TWA	-
TT	Mối nguy hóa chất gây ung thư	Rủi ro cực thấp (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
		1	2	3	4	5	6	7
		Mức rủi ro SKNN						

3.2.2. Đối với các hoá chất gây ngộ độc cấp tính:

Trong số 50 hoá chất được QCVN 03:2019/BYT đề cập, nhóm hoá chất gây ngộ độc cấp tính bao gồm các hoá chất ở Bảng 7.

Thực hiện đánh giá ĐKLD và RRSKNN đối với các hoá chất gây ngộ độc cấp tính theo Bảng 8.

3.2.3. Đối với các hoá chất còn lại:

Thực hiện đánh giá, phân loại ĐKLD và RRSKNN theo hướng dẫn ở Bảng 9.

Nồng độ tiếp xúc (phơi nhiễm) trung bình ca làm việc được sử dụng để xác định CLVS và mức RRSKNN. Giá trị tham chiếu để so sánh và xác định là giới hạn tiếp xúc ca làm việc (TWA) theo QCVN 03:2019/BYT [8]. Nếu tại bất kỳ thời điểm nào, CLVS và mức RRSKNN xác định theo nồng độ tiếp xúc ngắn cao hơn so với CLVS và mức

RRSKNN đã được xác định theo nồng độ tiếp xúc trung bình ca làm việc, thì CLVS và mức RRSKNN được xác định lại theo nồng độ tiếp xúc ngắn.

4. KẾT LUẬN:

Phương pháp đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN theo các yếu tố hoá học đã được xây dựng cho 8 loại bụi và 50 loại hoá chất cụ thể được đề cập trong các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 02:2019/BYT và QCVN 03:2019/BYT.

Khi Bộ Y tế ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia mới về các hoá chất còn lại thì phương pháp đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN sẽ tiếp tục được xây dựng cập nhật.

Phương pháp trình bày góp phần hoàn chỉnh công cụ đánh giá CLVS của MTLĐ và RRSKNN, đồng thời phục vụ đánh giá, phân loại ĐKLD và RRSKNN tại vị trí làm việc của người lao động.

Bảng 7. Các hoá chất gây ngộ độc cấp tính

TT	Hóa chất gây ngộ độc cấp tính	Công thức hóa học	Phân tử lượng	Số CAS	Giới hạn tiếp xúc ca làm việc (TWA)	Giới hạn tiếp xúc ngắn (STEL)	Nhóm độc tính theo IARC
1	Acid hydrochloric	HCl	36,46	7647-01-0	5,0	7,5	3
2	Fluoride	F ⁻	19,00	16984-48-8	1,0	-	3
3	Amonia	NH ₃	17,03	7664-41-7	17	25	-
4	Carbon monoxide	CO	28,01	630-08-0	20	40	4
5	Chlor	Cl ₂	70,90	7782-50-5	1,5	3,0	4
6	Fluor	F ₂	38,00	7782-41-4	0,2	0,4	4
7	Hydro sulfide	H ₂ S	34,08	7783-06-4	10	15	4
8	Nicotin	C ₁₀ H ₁₄ N ₂	162,23	54-11-5	0,5	-	4
9	Nitơ dioxide	NO ₂	46,01	10102-44-0	5,0	10	4
10	Nitơ monoxide	NO	30,01	10102-43-9	10	-	4

Bảng 8. Đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN đối với hoá chất gây ngộ độc cấp tính

TT	Thông số của hóa chất gây ngộ độc cấp tính	Mức CLVS						
		Hợp vệ sinh	Chấp nhận được	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
		1	2	3	4	5	6	7
1	Nồng độ tiếp xúc (phơi nhiễm) ngắn, mg/m ³	≤0,5 STEL	>0,5÷1,0 STEL	>1,0÷2,0 STEL	>2,0÷4,0 STEL	>4÷6 STEL	>6÷10 STEL	>10 STEL
TT	Mối nguy hóa chất gây ngộ độc cấp tính	Rủi ro cực thấp (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
		1	2	3	4	5	6	7
		Mức rủi ro SKNN						

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 9. Đánh giá, phân loại CLVS và RRSKNN đối với các hoá chất khác

TT	Thông số của các hóa chất khác	Mức CLVS						
		Hợp vệ sinh	Chấp nhận được	Độc hại nhẹ	Độc hại trung bình	Độc hại nặng	Độc hại rất nặng	Nguy hiểm
		1	2	3	4	5	6	7
1	Nồng độ tiếp xúc (phơi nhiễm) ngắn, mg/m ³	≤0,5 STEL	>0,5÷1,0 STEL	>1,0÷3,0 STEL	>3,0÷10,0 STEL	>10÷15 STEL	>15÷20 STEL	>20 STEL
	Nồng độ tiếp xúc (phơi nhiễm) trung bình ca làm việc, mg/m ³	≤0,5 TWA	>0,5÷1,0 TWA	>1,0÷3,0 TWA	>3,0÷10,0 TWA	>10÷15 TWA	>15 TWA	-
TT	Mối nguy các hóa chất khác	Rủi ro cực thấp (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
		1	2	3	4	5	6	7
		Mức rủi ro SKNN						

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đỗ Trần Hải, Phạm Quốc Quân (2017), *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&2, 2017;
- [2]. Đỗ Trần Hải, Nguyễn Thắng Lợi, Phạm Quốc Quân (2017), *Đánh giá, phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động và rủi ro sức khỏe nghề nghiệp do tác động của các thông số vi khí hậu*, Tạp chí Bảo hộ lao động N4, 2017;
- [3]. Đỗ Trần Hải, Nguyễn Thắng Lợi, Phạm Quốc Quân (2017), *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*, Tạp chí hoạt động KHCN An toàn - Sức khỏe và Môi trường số 1,2,3 -2020;
- [4]. Nguyễn Thắng Lợi, Phạm Quốc Quân (2019), *Phương pháp đánh giá rủi ro an toàn và vệ sinh lao động áp dụng trong các cơ sở khai thác và chế biến đá*, Tạp chí hoạt động KHCN An toàn – Sức khỏe và Môi trường, số 4,5,6 - 2019;
- [5]. US Silica Company, MSDS, tại: <https://www.ussilica.com/sites/default/files/2019-05/Silica%20OSHA%20EU%20SDS%20%284-18%29.pdf>;
- [6]. National Institute of Standards and Technology, MSDS, tại: <https://www-s.nist.gov/srmors/msds/1867a-MSDS.pdf>;
- [7]. QCVN 02:2019/BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về bụi – Giá trị giới hạn tiếp xúc cho phép bụi tại nơi làm việc;
- [8]. QCVN 03:2019/BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia – Giá trị giới hạn tiếp xúc cho phép của 50 yếu tố hoá học tại nơi làm việc;
- [9]. Минздрав России (2004), Р 2.2.1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников-Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки, Москва 2004 г., 21 стр.;
- [10]. Минтруда России (2014), Методика проведения специальной оценки условий труда, Приложение №1 к приказу №33н Минтруда от 24 января 2014г, Москва 2004 г.

PHÁT TRIỂN BỘ LẤY MẪU HƠI NICOTIN THỤ ĐỘNG PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ PHƠI NHIỄM NGHỀ NGHIỆP

ThS. Thái Hà Vinh⁽¹⁾, TS. Huỳnh Công Khanh⁽²⁾,

ThS. Bùi Sỹ Hoàng⁽¹⁾, CN. Trần Phương Thảo⁽¹⁾, ThS. Nguyễn Phương Hiên⁽¹⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

⁽²⁾Viện Lao động và Sức khỏe Thụ động

Tóm tắt:

Đã 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 nicotin 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, nhưng không đáng kể. Màng lọc GF/A có khả năng lưu giữ mẫu lâu hơn, hệ số thu hồi sau 14 ngày ở nồng độ tẩm NaHSO_4 4% đạt trên 90%. Chế tạo bộ lấy mẫu thụ động (gọi là VnNIC) và được kiểm chứng độ tương quan so với bộ lấy mẫu chủ động XAD-4 theo phương pháp chuẩn của Viện sức khỏe nghề nghiệp Hoa Kỳ (NIOSH), hệ số tương quan đạt $R^2=0,9592$.

Từ khóa: Lấy mẫu thụ động, Nicotin

1. MỞ ĐẦU

Theo số liệu của 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. 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.

Nicotin được tìm thấy có liên quan và tác động đến các bệnh và bộ phận: ung thư đường

ruột-dạ dày, ung thư tuyến tụy, 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 nam giới, chu kỳ kinh nguyệt, tế bào trứng, phụ nữ mang thai [4],[5].

Nicotine là thành phần chính trong thuốc lá, là nguyên nhân gây nghiện cho những người hút thuốc [1] và là yếu tố tiếp xúc nghề nghiệp đặc trưng trong các cơ sở sản xuất thuốc lá. Ở Việt Nam có hơn 17 nhà máy sản xuất và trên 18 nghìn người lao động đang làm việc trong ngành công nghiệp thuốc lá [2]. Năm 1997, nước ta đã công nhận bệnh nhiễm độc nicotin là bệnh nghề nghiệp được bảo hiểm [3]. 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 [6],[7].

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 hấp thu mẫu một cách tự nhiên [8]. Các mẫu này được phân tích bằng các thiết bị sắc ký GC-NPD, thiết bị sắc ký GC-MS và HPLC [9],[10],[11],[12]. 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, đồng thời đánh giá so sánh mối tương quan với phương pháp chuẩn (lấy mẫu chủ động) để xác định khả năng áp dụng trong thực tế.

2. 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 [13]. 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 nicotin 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°C; Nhiệt độ lò cột 120°C; nhiệt độ NPD: 220°C; tốc độ dòng khí mang: 3,6 ml/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) của hãng Whatman (GF/A, 25mm, Cat No.1820-025) và màng Quazt 25mm 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%

Q1: Màng lọc Quart tẩm NaHSO₄ 1%

GA4: Màng lọc GF-A tẩm NaHSO₄ 4%

Q4: Màng lọc Quart tẩm NaHSO₄ 4%

GA10: Màng lọc GF-A tẩm NaHSO₄ 10%

Q10: Màng lọc Quart tẩm NaHSO₄ 10%

Tiến hành thêm chuẩn nicotin nồng độ 5 μ g/mL và thực hiện quá trình phân tích tại các thời điểm khác nhau: ngày đầu tiên, sau 3 ngày, sau 7 ngày và sau 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: màng được đặt trong túi nilon kín khí, tránh ánh sáng mặt trời 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 tấm.

Tiến hành tẩm NaHSO_4 lên màng lọc ở 3 nồng độ khác nhau là 1%, 4%, 10%. Chụp hình ảnh lớp vật liệu hấp phụ trên 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 nicotin.

2.4. Đánh giá mối tương quan

Mẫu hơi nicotin trong buồng mẫu được tạo bằng hệ thống tạo mẫu chuẩn Dynacalibrator Model 500, hãng Valco Instruments. Tiến hành thu mẫu đồng thời theo từng khoảng thời gian như nhau. Dùng bơm Sibata $\text{MP}\Sigma 30\text{N}$ hút mẫu trong buồng mẫu qua ống XAD-4 (80/40mg) với lưu lượng 0,1 L/ph, thời gian hút mẫu bằng thời gian treo VnNIC trong buồng mẫu. Tổng số mẫu thí nghiệm là 60. Tốc độ hấp thu mẫu của VnNIC được tính toán theo công thức sau:

$$U = (m \times 1000) / (t \times C) \quad (1)$$

Trong đó:

U: Tốc độ hấp thu mẫu, L/ph

m: Lượng nicotin trên VnNIC, μg

t: Thời gian lấy mẫu, phút

C: Nồng độ chuẩn nicotin, $\mu\text{g/mL}$.

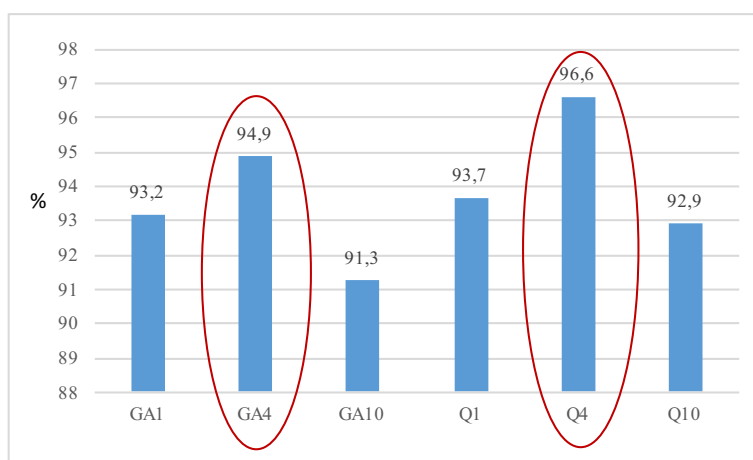
Tiến hành đánh giá so sánh tương quan giữa các kết quả xác định nồng độ nicotin trong thực tế sản xuất theo phương pháp lấy mẫu thụ động VnNIC và phương pháp lấy mẫu chủ động XAD-4. Ở mỗi vị trí tại các khu vực sản xuất thuốc lá như: sấy, phân loại lá, thái cuộn, cuốn điếu, đóng bao... thực hiện lấy mẫu đồng thời bằng hai phương pháp. Thời gian lấy mẫu là 8 tiếng (ca làm việc). Tổng số mẫu là 116.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu suất thu hồi mẫu

Kết quả thí nghiệm cho thấy tất cả các mẫu đều cho hiệu suất thu hồi trên 90%, trong đó, ở nồng độ tẩm NaHSO_4 4%, hiệu suất thu hồi trung bình là cao nhất, tương ứng 94,9% đối với màng GF/A và 96,6% đối với màng Quartz.

Ở nồng độ tẩm NaHSO_4 10%, cả hai loại màng lọc đều cho hiệu suất thu hồi trung bình thấp nhất. Hiệu suất thu hồi trung bình ở nồng độ tẩm còn lại lần lượt là 93,2% và 93,7% (Hình 1).



Hình 1. Hiệu suất thu hồi trung bình của hai loại màng GF/A và Quartz

Kết quả nghiên cứu KHCN

3.2. Khảo sát thời gian lưu mẫu

Sử dụng hiệu suất thu hồi qua theo thời gian lưu mẫu để đánh giá khả năng lưu mẫu. Nhìn chung, sau 14 ngày lưu mẫu, hiệu suất thu hồi còn lại trên cả 2 mang lọc đạt trên 85%.

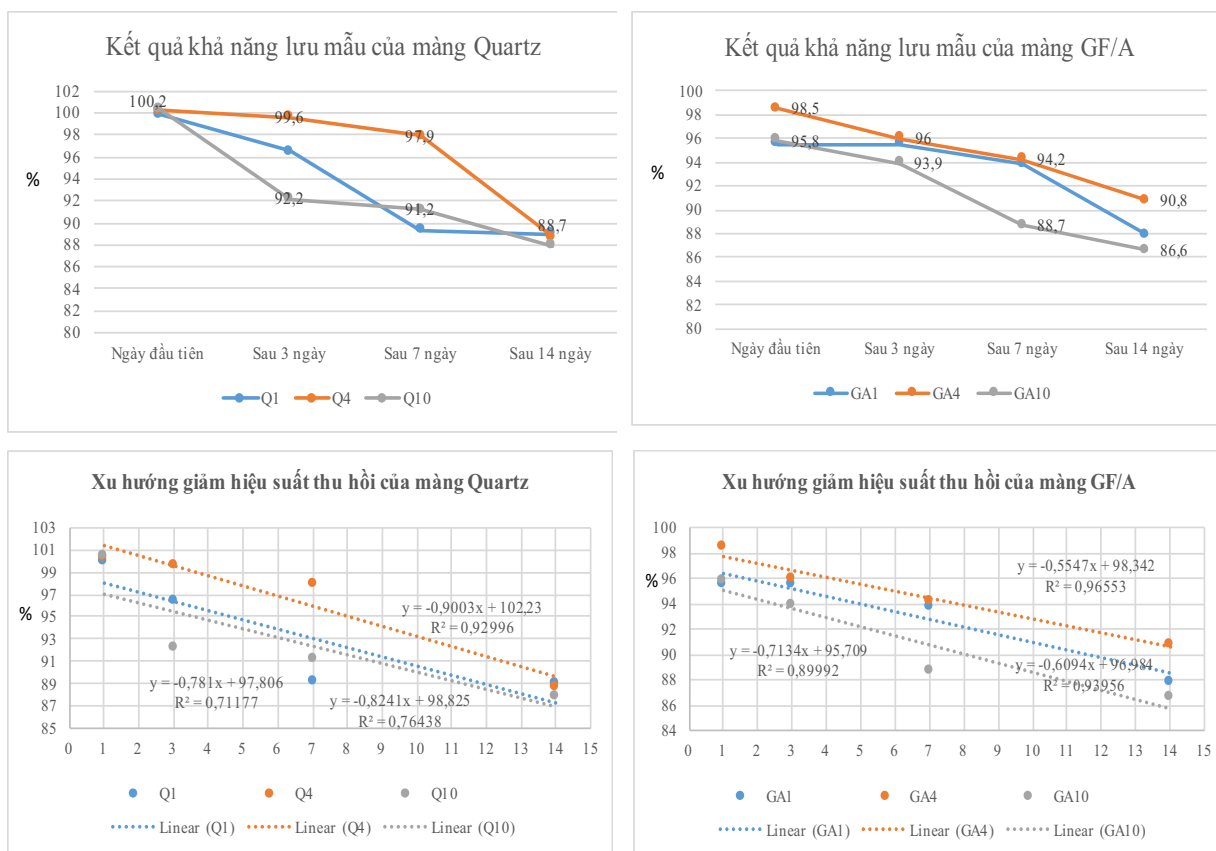
Ở cả ba khoảng nồng độ tẩm NaHSO_4 , hiệu suất thu hồi của màng Quartz cao hơn màng GF/A, nhưng không đáng kể. Hiệu suất thu hồi của cả hai loại màng lọc giảm dần. Xu hướng mất mẫu sau 14 ngày thí nghiệm của màng Quartz lớn hơn màng GF/A (Hình 2).

Đối với màng Quartz, hiệu suất thu hồi ở nồng độ tẩm NaHSO_4 1%; 4%; 10% lần lượt giảm 10,9%; 11,5%; 12,5%. Đối với màng GF/A, hiệu suất thu hồi ở nồng độ tẩm NaHSO_4 1%; 4%; 10% lần lượt giảm 7,6%; 7,7%; 9,3%.

3.3. Kết quả đánh giá hình ảnh bề mặt chất tẩm NaHSO_4

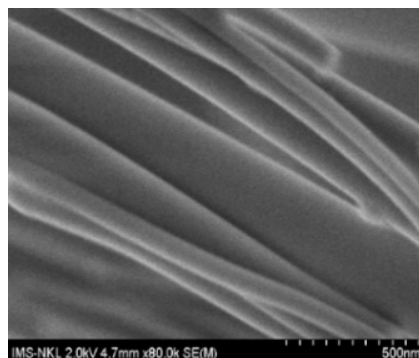
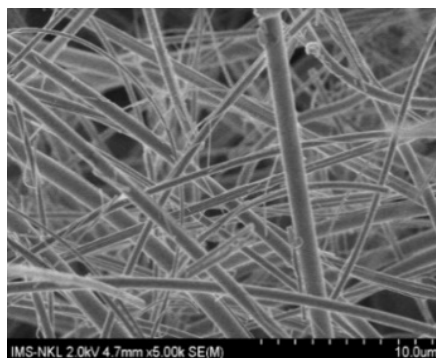
Để đánh giá hình ảnh trực quan của lớp chất hấp phụ NaHSO_4 trên màng GF/A ở cả 3 nồng độ, các tác giả đã chụp màng lọc trước và sau khi tẩm bằng kính hiển vi điện tử quét (Hình 3).

Từ ảnh chụp SEM có thể nhận thấy ở nồng độ tẩm NaHSO_4 4%, bề mặt chất hấp phụ phân tán đều và không quá dày, các hạt NaHSO_4 bám thành chùm nhỏ trên bề mặt sợi thủy tinh (Hình 3c) tạo được diện tích bề mặt hấp phụ lớn nhất. Điều này được chứng minh qua hiệu suất thu hồi trung bình là lớn nhất. Ở nồng độ NaHSO_4 1%, mật độ các hạt NaHSO_4 rất thưa thớt (Hình 3b), hệ quả là hiệu suất thu hồi trung bình thấp hơn. Ở nồng độ NaHSO_4 10%, các hạt NaHSO_4 bám

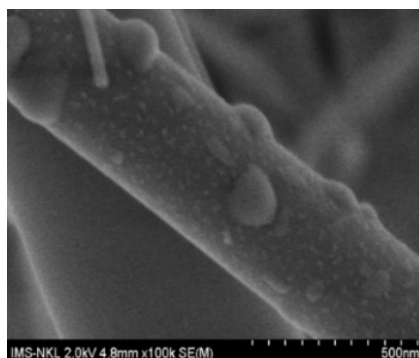
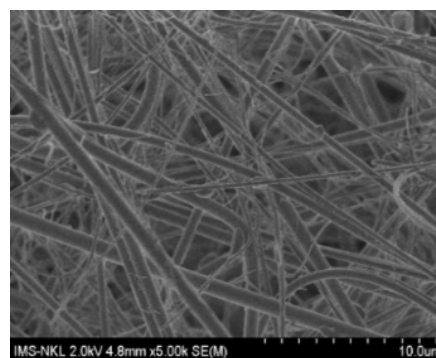


Hình 2. Kết quả đánh giá khả năng lưu mẫu của các loại màng

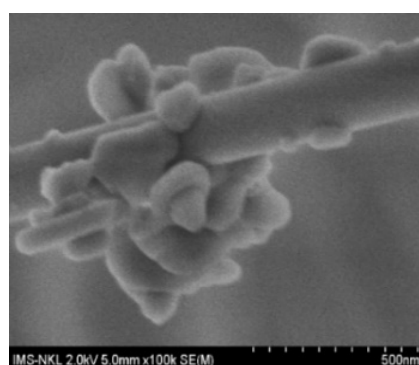
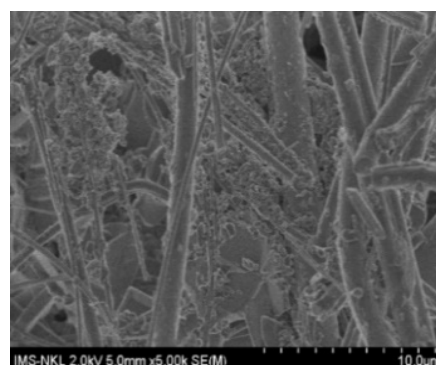
a. Màng lọc chưa tẩm



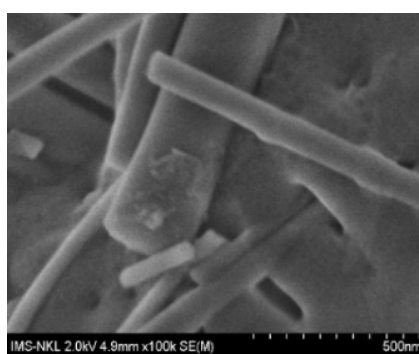
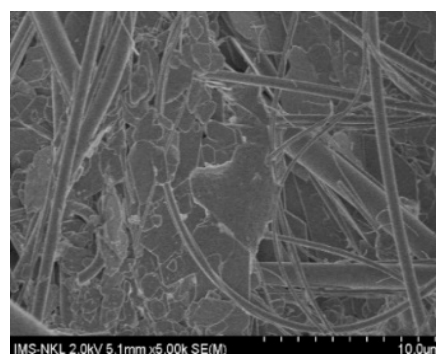
b. Màng lọc tẩm
 NaHSO_4 1%



b. Màng lọc tẩm
 NaHSO_4 4%



b. Màng lọc tẩm
 NaHSO_4 10%



Hình 3. Ảnh chụp SEM của vật liệu GF-A chưa tẩm và tẩm NaHSO_4

Kết quả nghiên cứu KHCV

thành từng mảng lớn nên diện tích bề mặt bị giảm rất nhiều, dẫn đến hiệu suất thu hồi trung bình là thấp nhất.

3.4. Môi trường quan

3.4.1. Xác định tốc độ hấp thu

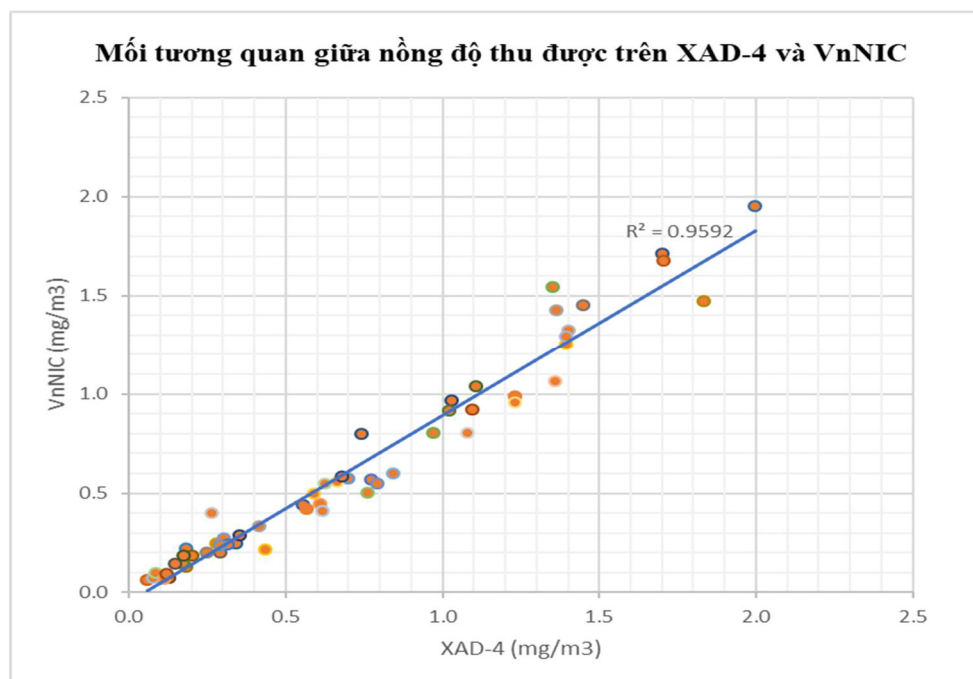
Mẫu chuẩn nicotin được tạo ra trong thí nghiệm ở 2 nồng độ 5 μ g/L và 8 μ g/L. Ở nồng độ 5 μ g/L lượng nicotin trung bình thu được trên VnNIC là 20,7 μ g/mẫu (từ 18,4 μ g/mẫu đến 23,1 μ g/mẫu). Ở nồng độ 8 μ g/L, lượng nicotin trung bình thu được là 33,5 μ g/mẫu (từ 30,8 μ g/mẫu đến 35,6 μ g/mẫu). Với thời gian lấy mẫu 480 phút, theo công thức (1), tính toán được tốc độ hấp thu mẫu của VnNIC là 8,66 $\pm$ 0,12 mL/ph – đây được coi là tốc độ lấy mẫu tương đương của VnNIC dùng để tính nồng độ hơi nicotin như trong lấy mẫu chủ động.

3.4.2. Mối tương quan nồng độ nicotin trong mẫu thực tế

Mẫu hơi nicotin lấy đồng thời bằng VnNIC và XAD-4 tại 58 vị trí làm việc. Theo phương pháp XAD-4 cho thấy nồng độ dao động từ 0,059mg/m³ đến 2,307mg/m³, số mẫu vượt giá trị cho phép (0,5mg/m³) theo QCVN 03:2019/BYT là 33/58 mẫu, chiếm 56,9%. Theo phương pháp VnNIC, nồng độ dao động từ 0,061mg/m³ đến 1,949mg/m³, số mẫu vượt giá trị cho phép là 31/58 mẫu, chiếm 53,4%.

Xây dựng quan hệ giữa các giá trị nồng độ nicotin xác định được theo 2 phương pháp lấy mẫu VnNIC và XAD-4 (Hình 4).

Từ Hình 4, thấy rằng, nồng độ nicotin xác định được theo 2 phương pháp lấy mẫu có tính tương quan đồng biến tuyến tính, với hệ số



Hình 4. Đánh giá mối tương quan tuyến tính nồng độ Nicotin thu được

tương quan $R^2=0,9592$. Điều này có thể khẳng định phương pháp lấy mẫu thụ động VnNIC cho kết quả đủ tin cậy và tương đương với phương pháp chuẩn – lấy mẫu chủ động, sử dụng XAD-4 và bơm hút ở tốc độ 0,1L/ph.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu suất thu hồi của cả hai loại màng lọc thí nghiệm không khác nhau đáng kể, đều đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của quan trắc nồng độ vết nicotin trong không khí. Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng sự mất mẫu sau 14 ngày của màng Quartz lớn hơn so với màng GF/A. Ngoài ra, giá thành của màng Quartz lớn hơn rất nhiều so với màng GF/A. Vì vậy, màng lọc GF/A được lựa chọn cho để thiết kế, chế tạo công cụ lấy mẫu hơi nicotin thụ động VnNIC. Phương pháp lấy mẫu thụ động VnNIC là tương đương với phương pháp chuẩn - lấy mẫu chủ động XAD-4 (hệ số tương quan $R^2 = 0,9592$), tốc độ thu mẫu là $8,66 \pm 0,12$ mL/ph, đảm bảo đủ tin cậy để xác định nồng độ vết nicotin trong không khí.

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]. Hà Huy Kỳ, Vũ Khánh Vân (2001), *Nghiên cứu ứng dụng phương pháp định lượng cotinin trong nước tiểu. Xác định hàm lượng cotinin ở những người tiếp xúc nghề nghiệp trong sản xuất thuốc lá và những người không tiếp xúc*, BCTK đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ.
- [3]. Quyết định số 167-BYT/QĐ ngày 04/2/1997 về việc ban hành bổ sung 5 bệnh nghề nghiệp vào danh mục các loại bệnh nghề nghiệp được bảo hiểm.
- [4]. 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.
- [5]. 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.
- [6]. Đặng Ngọc Trúc, Phạm Đắc 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, 20-326.
- [7]. Lê Trung (1987), *Nhiễm độc Nicotin nghề nghiệp, Bệnh nghề nghiệp*, Tập 1, Nhà xuất bản Y học, tr.241-250.
- [8]. Khanh Huynh C1, Moix JB, Dubuis A, (2008), *Development and application of the passive smoking monitor MoNIC*, Rev Med Suisse, 4(144):430-3.
- [9]. *Nicotine: method NIOSH 2544. Manual of analytical method (NMAM)*: fourth edition, 1994.
- [10]. *Nicotine: method NIOSH 2551. Manual of analytical method (NMAM)*: fourth edition, 1998
- [11]. ASTM D5075-01:2001: *Standard test method for nicotine and 3-ethenylpyridine in indoor air*.
- [12]. ISO 18145:2003: *Environmental tobacco smoke-Determination of vapour phase nicotine and 3-ethenylpyridine in air- Gas chromatographic method*.
- [13]. 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.
- [14]. AOAC International (2016), *Appendix F: Guidelines for standard method performance requirements*.

ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU TÌNH TRẠNG TIẾP XÚC HEXAMETHYLENE DIISOCYANATE (HDI) QUA SẢN PHẨM CHUYỂN HÓA HEXAMETHYLEN DIAMIN (HDA) TRONG NƯỚC TIỂU

CN. Tống Thị Ngân, BS. Mai Ngọc Thanh

Trung tâm Sức khỏe nghề nghiệp, Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

Tóm tắt:

1,6-hexamethylene diamine (HDA) trong nước tiểu đóng vai trò là chỉ số giám sát sinh học cho sự phơi nhiễm với 1,6-hexamethylene diisocyanate (HDI) ở những người lao động tiếp xúc nghề nghiệp. Kết quả phân tích nồng độ HDA trong 70 mẫu nước tiểu của công nhân phun sơn và tiếp xúc với sơn tại 1 gara ô tô ở Bắc Ninh có 1 mẫu vượt tiêu chuẩn cho phép theo tiêu chuẩn của ACGIH- Mỹ (2019) chiếm tỉ lệ 1,4%. Bốn mẫu có nồng độ HDA trong nước tiểu nhỏ hơn giới hạn định lượng của phương pháp chiếm tỉ lệ 5,7%. HDA trong nước tiểu của công nhân có nồng độ từ 0,31 - 26,96µg/g creatinine. Nồng độ HDI trong không khí rất thấp, 70/70 mẫu có nồng độ HDI < 0,001mg/m³.

Từ khóa: 1,6 - Hexamethylen diisocyanate (HDI); Isocyanate; 1,6- hexamethylenediamine (HDA).

1. TỔNG QUAN

1,6 - Hexamethylen diisocyanate (HDI) được sử dụng trong nhiều ngành, nghề khác nhau như sản xuất, sử dụng sơn; sản xuất tạo lớp phủ bề mặt, bột polyuretan; nhựa, keo dán, chất đàn hồi, chất kết dính,... khối lượng sử dụng lớn và số người lao động tiếp xúc rất nhiều. Đã có nhiều nghiên cứu cho thấy HDI ảnh hưởng có hại đến sức khỏe người lao động và gây ra bệnh nhiễm độc nghề nghiệp: kích ứng da và niêm mạc, đau thắt ngực và thở khó khăn, là chất gây nên bệnh phổi tắc nghẽn mãn tính, gây suy giảm chức năng hô hấp, hen phế quản nghề nghiệp và các vấn đề về phổi khác, cũng như kích thích mắt, mũi, cổ họng và da.

Tại nơi làm việc, các isocyanate chủ yếu được hấp thụ vào cơ thể qua đường hô hấp và qua da. Phơi nhiễm cấp tính ở nồng độ cao lớn

hơn 0,0006ppm của 1,6 hexamethylene diisocyanate có thể gây phù phổi, ho, khó thở và thở dốc ở người [1]. Các thử nghiệm lâm sàng sử dụng sự kiểm tra kích thích của phế quản cho thấy 60% đến 91% HDI hít phải được hấp thụ bởi phổi và thủy phân nhanh thành các amin trong đó quan trọng nhất là sản phẩm 1,6 Hexamethylene diamine. Việc đào thải HDI trong nước tiểu diễn ra nhanh chóng và thời gian bán hủy của 1,6-hexametylen diamine trong nước tiểu trung bình 1,2 giờ (trong khoảng 1,1-1,4 giờ) [2],[3].

Theo nghiên cứu của Brorson (1990), Dalene (1990) Rosenberg và Savolainen (1986) lượng HDA bài tiết khoảng 39% số lượng HDI đã hấp thụ trong vòng 7 ngày. 95% HDI được thủy phân thành HDA ở pH = 7,4 và 20mmol/l

bicarbonat, tương ứng với điều kiện trong cơ thể người [4].

Maitre và các cộng sự (1996) [5] nghiên cứu mối tương quan giữa nồng độ HDI trong không khí và nồng độ HDA trong nước tiểu trên 19 công nhân tiếp xúc nghề với HDI. Nồng độ HDI trong không khí từ 0,3 - 97,7 µg/m³ tương ứng với nồng độ HDA trong mẫu nước tiểu cuối ca làm việc từ 1,36 - 27,7 µg/g creatinin. Tác giả đã xác định được mối tương quan chặt chẽ giữa nồng độ HDI monome không khí và nồng độ HDA trong nước tiểu:

$$[\log(\text{HDA } \mu\text{g/g creatinine}) = 0,4396[\log(\text{HDI } \mu\text{g/m}^3)] + 0,4612;$$

$$r = 0,698.$$

Mirmohammadi và các cộng sự (2011) tìm thấy mối tương quan chặt chẽ giữa nồng độ HDI trong không khí và nồng độ HDA trong nước tiểu $r = 0,857$. Nồng độ HDI trung bình trong không khí dao động từ 62,24 - 92,7 µg/m³ tương ứng với nồng độ HDA trong nước tiểu từ 2,88 - 4,00 µmol/mol creatinin. Từ đó tác giả đã đề xuất trong một phương trình hồi quy tuyến tính cho tiếp xúc HDI và nồng độ HDA trong nước tiểu [6].

$$\text{HDA} = 0,051 \text{ HDI}$$

Hội nghị các nhà vệ sinh công nghiệp của chính phủ Hoa Kỳ (ACGIH) đã đề xuất chỉ số giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp với 1,6-Hexamethylen diisocyanat (HDI) là nồng độ 1,6-Hexamethylen diamine (HDA) niệu ≤ 15 µg/g creatinin (mẫu nước tiểu cuối ca làm việc) [7].

Tại Việt Nam chưa có nghiên cứu về mức độ nhiễm của người lao động tiếp xúc nghề nghiệp với 1,6-Hexamethylen diisocyanat. Vì vậy chúng tôi tiến hành nghiên cứu “Đánh giá kết quả bước đầu tình trạng tiếp xúc Hexamethylene diisocyanat (HDI) qua sản phẩm chuyển hóa Hexamethylen diamine (HDA) trong nước tiểu” nhằm đánh giá thực trạng tiếp xúc từ đó xây dựng các giải pháp bảo vệ cho người lao động tại các cơ sở.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Người lao động có tiếp xúc với 1,6-Hexamethylene diisocyanat (HDI) làm việc tại phân xưởng sơn

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mô tả cắt ngang, thực nghiệm

* *Lấy mẫu môi trường không khí cá nhân*

Thiết bị lấy mẫu, chỉ tiêu lấy mẫu, thiết bị phân tích, phương pháp phân tích HDI:

HDI trong môi trường được hấp thu vào màng lọc lấy mẫu bằng bơm bút mẫu Sibata (Nhật Bản) với tốc độ hút 1L/phút.

- Màng lọc lấy mẫu: Màng lọc lấy mẫu có đường kính 25mm của hãng Merck Millipore. Màng lọc có kích thước lỗ 0,7 ÷ 1,0 µm, có tính ổn định cao. Dung dịch tấm màng lọc được lấy vào cốc nhỏ sạch và dùng kẹp nhíp (tweezer) nhúng màng lọc vào cốc dung dịch sao cho màng lọc ướt hoàn toàn, sau đó để khô ở nhiệt độ phòng và bảo quản trong lọ thủy tinh màu hổ phách.

- Sau khi tắt bơm lấy mẫu, màng lọc được lấy ra khỏi đầu mẫu, dùng kẹp nhíp để đưa màng lọc vào lọ thủy tinh chứa 2mL ACN; đậy chặt nắp, cho vào hộp xốp để bảo quản và chuyển về phòng thí nghiệm.

- Chỉ tiêu lấy mẫu: HDI trong môi trường lao động.

- Thiết bị lấy mẫu trong không khí: bơm lấy mẫu Sibata (Nhật Bản).

* *Phương pháp lấy mẫu nước tiểu*

- Mẫu nước tiểu được thu vào cuối ca làm việc. Thu từ 5-10ml nước tiểu bãi vào ống nhựa thể tích 15ml có nắp đậy, loại chịu được điều kiện âm sâu (-80°C).

- Bảo quản lạnh trước khi đưa về phòng thí nghiệm, phân tích ngay sau đó. Nếu lưu mẫu ở -80°C có thể bảo quản trong vòng 6 tháng. Nếu

Kết quả nghiên cứu KHCVN

chưa phân tích thì chia thành các ống nhỏ thể tích 1ml, lưu vào tủ lạnh nhiệt độ bảo quản -80°C khi phân tích thì lấy ra từng ống, khi phân tích xong thì bỏ, không lưu lại các mẫu đã rã đông 1 lần, vì có thể ảnh hưởng đến chất lượng kết quả phân tích mẫu.

* Phân tích trong phòng thí nghiệm

- Phân tích mẫu đo môi trường : mẫu được phân tích trên thiết bị sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) detector UV của Perkin Elmer Series 200. Phương pháp phân tích theo HSE – UK MDHS 25/4 trên thiết bị HPLC.

- Phân tích mẫu giám sát sinh học HDA: Sắc ký lỏng hai lần khối phổ theo phương pháp của tác giả Maggy Lépine [4] và Deepak Bhandari [5].

* Phương pháp xử lý phân tích số liệu: sử dụng phần mềm SPSS, Minitab, Excel.

* Tiêu chuẩn đánh giá: Bảng 1.

- Tiến hành theo phương pháp nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm của viện Khoa học ATVSLĐ bằng cách ứng dụng phương pháp phân tích của tác giả Maggy Lépine [3] và Deepak Bhandari [4].

- Khảo sát trong phòng thí nghiệm: Xây dựng quy trình, phân tích mẫu thực nghiệm.

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

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Số liệu về tuổi đời trung bình của người lao động ở gara sửa chữa ô tô được trình bày ở Bảng 2.

Các mẫu nước tiểu của người lao động tại 1 cơ sở nghiên cứu được thu thập trong một ngày cùng với việc đo nồng độ HDI trong mẫu cá nhân.

Đánh giá sản phẩm chuyển hóa sinh học của HDI được thực hiện bằng cách xác định sản phẩm chuyển hóa HDA trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký lỏng khối phổ. Kết quả phân tích nồng độ HDA của người lao động trong Bảng 3.

Kết quả phân tích nồng độ HDA trong nước tiểu của người lao động cho thấy có 1,4% số mẫu vượt nồng độ cho phép (ACGIH- Mỹ (2019), 15µg/g creatinine) [8] cao gấp 1,8 lần so với quy định. Bốn mẫu có nồng độ HDA trong nước tiểu nhỏ hơn giới hạn định lượng (GHDL) của phương pháp chiếm tỉ lệ 5,7%. Trong 4 mẫu có nồng độ HDA < GHDL thì có 2 đối tượng ở vị trí thợ gò và hai đối tượng ở vị trí thợ máy. Những đối tượng này làm việc tại vị trí gò và thợ máy ít tiếp xúc hơn so với vị trí sơn.

Bảng 1. Tiêu chuẩn đánh giá

Nội dung	Tiêu chuẩn Việt Nam	Tiêu chuẩn ACGIH- Mỹ (2014) [7]	Tiêu chuẩn DFG- Đức (2019) [8]
Nồng độ HDI trong môi trường – trung bình 8 giờ	Chưa quy định	≤ 0,034 (mg/m ³)	≤ 0,035 (mg/m ³)
Nồng độ HDA trong nước tiểu	Chưa quy định	≤ 15 µg/g creatinine	≤ 15 µg/g creatinine

Bảng 2. Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu

STT	Tên đơn vị	LD nam (Người)	Tỷ lệ (%)	Tuổi đời trung bình	Tuổi đời nhỏ nhất	Tuổi đời lớn nhất
1	Cơ sở 1	70	100	28,6	18	46

Đa số người lao động có nồng độ HDA $\leq 15\mu\text{g/g}$ creatinine (chiếm tỷ lệ 98,6%). Do là gara sửa ô tô nên thời gian nhân viên tiếp xúc với phun sơn theo từng mẻ nhất định, không liên tục 8 tiếng làm việc nên nồng độ HDA trong nước tiểu khá thấp.

Nồng độ HDI cá nhân trong không khí rất thấp, cả 70/70 mẫu có nồng độ HDI $< 0,001\text{mg/m}^3$ ($<$ giới hạn định lượng (LOQ)), tuy nhiên vẫn phát hiện HDA trong nước tiểu của đối tượng nghiên cứu cho thấy ngoài con đường tiếp xúc qua không khí thì còn tiếp xúc qua da. Ở gara nhỏ điều kiện lao động chưa được chấp hành nghiêm ngặt nên chỉ một số ít công nhân làm việc đeo khẩu trang nửa mặt, đồ bảo hộ lao động như găng tay không được sử dụng, thời tiết trong xưởng phun sơn nóng nên quần áo bảo hộ

không được kín tay, phòng phun sơn không được đóng cửa khi phun sơn, làm phát tán sơn trong phân xưởng. Do đó không thể sử dụng lấy mẫu không khí để đánh giá hiệu quả của việc bảo vệ người lao động. Các phương pháp giám sát sinh học, nhằm mục tiêu xác định các chất chuyển hóa là một phương pháp cung cấp thông tin trực tiếp về tiếp xúc cá nhân. Kết quả HDA trong mẫu nước tiểu cho thấy sự hấp thu sinh học có thể xảy ra qua da, qua đường hô hấp.

Nồng độ HDA cá nhân trung bình tại các vị trí làm việc cho thấy vị trí thợ sơn có nồng độ HDA trung bình trong nước tiểu cao hơn vị trí thợ gò và thợ máy do vị trí thợ sơn tiếp xúc trực tiếp với sơn trong khi làm việc, HDI trong không khí thẩm nhiễm cả theo đường không khí và qua da (Bảng 4).

Bảng 3. Kết quả phân tích nồng độ HDA trong nước tiểu của người lao động

TT	Vị trí làm việc	Năm sinh	Giới	Nồng độ HDI mg/m^3	HAD ($\mu\text{g/g}$ creatinine)	Mẫu vượt ($\mu\text{g/g}$ creatinine)
1	Thợ gò	14/12/1999	Nam	$< 0,001$	2,12	
2	Thợ sơn	8/4/2003	Nam		0,47	
3	Thợ máy	14/04/1996	Nam		3,35	
4	Thợ sơn	19/10/1994	Nam		13,44	
5	Thợ gò	8/4/1983	Nam		1,28	
6	Thợ sơn	16/12/1995	Nam		0,31	
7	Thợ sơn	10/8/1986	Nam		2,58	
8	Thợ gò	13/4/1987	Nam		4,92	
9	Thợ máy	14/09/1994	Nam		0,32	
10	Thợ máy	19/6/1992	Nam		0,40	
11	Thợ sơn	20/7/1998	Nam		0,65	
12	Thợ sơn	26/12/1994	Nam		1,02	
13	Thợ gò	10/10/1999	Nam		0,91	
14	Thợ máy	5/10/1999	Nam		0,40	
15	Thợ sơn	22/11/1986	Nam		1,24	
16	Thợ gò	2/6/1999	Nam		0,55	

Kết quả nghiên cứu KHCN

TT	Vị trí làm việc	Năm sinh	Giới	Nồng độ HDI mg/m ³	HAD (µg/g creatinine)	Mẫu vượt (µg /g creatinine)
17	Thợ gò	18/8/2000	Nam	< 0,001	0,89	
18	Thợ gò	2/4/2001	Nam		1,31	
19	Thợ sơn	25/05/1981	Nam		2,61	
20	Thợ máy	19/8/1991	Nam		3,86	
21	Thợ máy	7/3/1997	Nam		1,30	
22	Thợ sơn	13/08/1990	Nam		1,04	
23	Thợ sơn	1/8/1999	Nam			26,96
24	Thợ máy	17/02/1997	Nam		0,89	
25	Thợ gò	20/11/1987	Nam		1,85	
26	Thợ máy	10/6/1999	Nam		3,38	
27	Thợ máy	29/09/1996	Nam		2,03	
28	Thợ máy	19/08/1998	Nam		2,90	
29	Thợ sơn	21/09/1997	Nam		3,55	
30	Thợ máy	4/11/1998	Nam		0,69	
31	Thợ máy	16/06/1999	Nam		0,69	
32	Thợ sơn	14/11/2000	Nam		1,12	
33	Thợ máy	21/03/1999	Nam		1,47	
34	Thợ sơn	17/01/2001	Nam		0,86	
35	Thợ gò	13/11/2001	Nam		1,33	
36	Thợ sơn	29/8/1998	Nam		0,82	
37	Thợ sơn	2/8/1994	Nam		3,93	
38	Thợ gò	8/1/1983	Nam		4,08	
39	Thợ sơn	17/08/1992	Nam		4,06	
40	Thợ sơn	12/9/1981	Nam		9,30	
41	Thợ gò	8/4/1983	Nam		1,89	
42	Thợ gò	14/12/1999	Nam		4,89	
43	Thợ sơn	16/12/1995	Nam		9,27	
44	Thợ sơn	22/11/1986	Nam		9,97	
45	Thợ gò	21/08/1988	Nam		1,60	
46	Thợ sơn	9/7/1990	Nam		11,63	
47	Thợ gò	19/10/1994	Nam		2,87	

Kết quả nghiên cứu KHCV

TT	Vị trí làm việc	Năm sinh	Giới	Nồng độ HDI mg/m ³	HAD (µg/g creatinine)	Mẫu vượt (µg/g creatinine)
48	Thợ sơn	12/9/1981	Nam		0,76	
49	Thợ sơn	18/04/1988	Nam		3,69	
50	Thợ sơn	29/10/2000	Nam		1,53	
51	Thợ sơn	25/05/1981	Nam		3,07	
52	Thợ sơn	17/01/2001	Nam		0,54	
53	Thợ gò	5/5/1975	Nam		1,16	
54	Thợ sơn	22/12/1982	Nam		4,83	
55	Thợ gò	8/1/1983	Nam		1,13	
56	Thợ sơn	13/08/1990	Nam		0,62	
57	Thợ sơn	10/8/1986	Nam		1,57	
58	Thợ sơn	21/09/1997	Nam		3,12	
59	Thợ sơn	29/10/2000	Nam		1,54	
60	Thợ gò	5/5/1975	Nam		2,63	
61	Thợ sơn	14/11/2000	Nam		0,88	
62	Thợ sơn	13/08/1990	Nam		1,58	
63	Thợ sơn	22/12/1982	Nam		2,22	
64	Thợ gò	26/09/1998	Nam		1,34	
65	Thợ gò	22/11/1986	Nam		2,07	
66	Thợ gò	5/5/1975	Nam		<GHĐL	
67	Thợ máy	4/11/1998	Nam		<GHĐL	
68	Thợ gò	8/11/1991	Nam		<GHĐL	
69	Thợ sơn	26/12/1994	Nam		1,65	
70	Thợ máy	1/8/1999	Nam		<GHĐL	
	Tiêu chuẩn cho phép: HDA ≤ 15µg/g creatinine					

Bảng 4. Nồng độ HDA (µg/g creatinine) trung bình tại các vị trí làm việc

Vị trí làm việc	Số lượng (n=70)	HDA (µg /g creatinine)
Thợ sơn	34	3,89
Thợ gò	21	1,85
Thợ máy	15	1,45

4. KẾT LUẬN

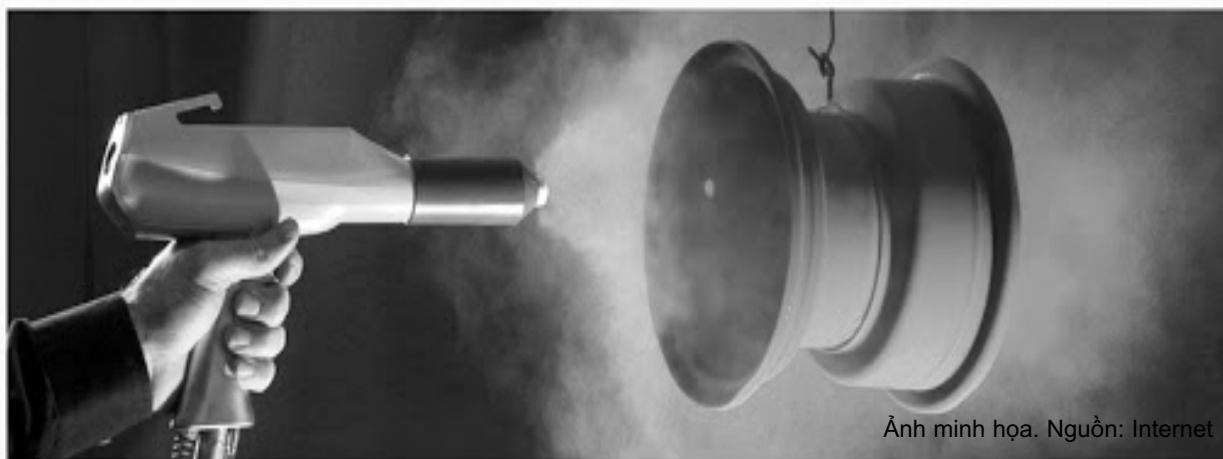
Kết quả phân tích sản phẩm chuyển hóa HDI qua con đường sinh học trong 70 mẫu nước tiểu của của công nhân phun sơn và tiếp xúc với sơn có nồng độ HDA $\leq 15\mu\text{g/g}$ creatinine là 69 mẫu, chiếm tỷ lệ 98,6%; Trong đó có 1,4% số mẫu vượt tiêu chuẩn cho phép theo tiêu chuẩn của ACGIH- Mỹ (2019)

Công nhân ở vị trí sơn có nồng độ HAD trung bình trong nước tiểu là $3,89\mu\text{g/g}$ creatinine cao hơn vị trí thợ gò và thợ máy lần lượt là 1,85 và $1,45\mu\text{g/g}$ creatinine

Nồng độ HDI cá nhân trong không khí thấp, 70/70 mẫu có nồng độ HDI $< 0,001\text{mg/m}^3$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Agency for toxic Substances & disease Registry (1998), *Toxicological Profile for Hexamethylene Diisocyanate (HDI)*, U.S. Department of Health and Human Services.
- [2]. Brorson T, Skarpiug G, Sandstrom JF, et al. (1990), *Biological monitoring of isocyanates and related amines. I. Determination of 1,6-hexamethylene diamine (HDA) in hydrolysed human urine after oral administration of HDA*. Int Arch Occup Environ Health 62:79-84.
- [3]. Brorson T, Skarpiug G, Nielsen J. (1990), *Biological monitoring of isocyanates and related amines. II. Test chamber exposure of humans to 1,6-hexamethylene diisocyanate (HDI)*, Int Arch Occup Environ Health 62(5):385-389.
- [4]. S. G. Brorson T1, Nielsen J (1990), *Biological monitoring of isocyanates and related amines. II. Test chamber exposure of humans to 1,6-hexamethylene diisocyanate (HDI)*, Int Arch Occup Environ Health. , (62), 385-389.
- [5]. A. Maitre, Berode, M., Perdrix, A., Stoklov, M., Mallion, JM. and Savolainen (1996), *Urinary hexane diamine as an indicator of occupational exposure to hexamethylene diisocyanate*. Int Arch Occup Environ Health, 69, 65-686.
- [6]. S. Mirmohammadi, M. Hakimi và G. N (2011), *Evaluation of Hexamethylene Diisocyanate as an Indoor Air Pollutant and Biological Assessment of Hexamethylene Diamine in the Polyurethane Factories*,
- [7]. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (2014), *Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th edition*, ACGIH, Cincinnati OH.
- [8]. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2019), *List of MAK and BAT values 2019: Maximum concentrations and biological tolerance values at the workplace*, Wiley-VCH Verlag GMBH & Co KGAA.



Ảnh minh họa. Nguồn: Internet

NGHIÊN CỨU HẤP PHỤ METHYLENE XANH TRONG NƯỚC BẰNG VẬT LIỆU NANO GRAPHENE

PGS.TS. Lê Minh Đức⁽¹⁾, Trương Ngọc Sang⁽²⁾, Nguyễn Thị Hương⁽²⁾

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

⁽²⁾Khoa Hoá, Trường ĐH Sư phạm, ĐH Đà Nẵng

Tóm tắt:

Xử lý các chất màu hữu cơ trong nước thải luôn được sự quan tâm của các nhà môi trường, nhà quản lý. Bài báo này trình bày các kết quả ban đầu trong việc ứng dụng graphene oxit dạng khử (rGO) để làm chất hấp phụ methylene xanh trong nước. rGO được tổng hợp bằng phương pháp Hummers từ graphite trong môi trường H_2SO_4 và $KMnO_4$ với xúc tác là $NaNO_3$. Phương pháp quang phổ tử ngoại và khả kiến (UV-VIS) được sử dụng để đánh giá khả năng hấp phụ màu methylene xanh (MB) trong nước. Các ảnh hưởng của pH, thời gian hấp phụ MB của rGO được khảo sát. Dung lượng hấp phụ cực đại đạt 232,56mg/g. pH=7 là điều kiện tối ưu cho hấp phụ, thời gian đạt hấp phụ cân bằng là 1 giờ với nồng độ methylene xanh ban đầu là 100 mg/l. Mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir được chứng minh là phù hợp để mô tả quá trình hấp phụ.

1. MỞ ĐẦU

Các chất màu nói chung, các loại chất màu hữu cơ nói riêng được sử dụng khá rộng rãi trong hoạt động sống của con người. Đây cũng chính là nguồn gây ra tác động nguy hại cho sức khỏe con người, cho môi trường sống. Hoạt động công nghiệp ngày càng phát triển như công nghệ dệt nhuộm, sản xuất giấy, giày da, nhựa... đã sử dụng một lượng lớn chất màu. Tải lượng chất màu trong dòng thải ngày càng lớn cộng với quản lý yếu kém dẫn đến ô nhiễm môi trường ngày càng gia tăng. Nhu cầu xử lý chất màu trong dòng thải là cấp thiết.

Hấp phụ là một trong những phương pháp phổ biến, hiệu quả và dễ áp dụng để khử chất màu trong dòng nước thải. Các vật liệu hấp phụ phổ biến là than hoạt tính, zeolite, bentonite....

Nhiều nghiên cứu xử lý methylene xanh (MB)

bằng phương pháp hấp phụ đã được thực hiện. Nghiên cứu hấp phụ MB trong nước bằng bentonite biến tính của Đoàn Thuý Ái đạt hiệu suất xử lý trên 95% ở pH=7, nồng độ chất màu 50mg/l [1].

Y.S. Ngoh và cộng sự đã sử dụng hệ TiO_2 /bentonite để tách loại MB trong nước. Hiệu suất tách MB được nâng cao do TiO_2 có thể giúp MB tham gia phản ứng quang hoá ngoài bị hấp phụ. Vật liệu có thể tái sử dụng đến 10 lần [2].

Shen-Tao Yang và cộng sự đã nghiên cứu sử dụng graphene oxit (GO) để hấp phụ MB trong nước. Dung lượng hấp phụ có thể đạt đến 714mg/l. Nồng độ ban đầu của MB trong nhỏ hơn 250mg/l, hiệu suất tách đạt đến 99% [3]. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp là rất khó tách và thu hồi GO do GO phân tán rất tốt trong nước; khả năng tái sử dụng GO là rất thấp. Có thể

khắc phục hạn chế này bằng cách sử dụng GO dạng khử (rGO).

Với tính chất đặc biệt như diện tích bề mặt riêng rất lớn ($2.600\text{m}^2/\text{g}$), bền nhiệt..., trong thời gian gần đây, graphene đã được nghiên cứu làm chất hấp phụ đối với: chất màu trong nước thải, kim loại nặng trong nước, hơi dung môi hữu cơ trong môi trường lao động. MB thường được sử dụng làm đối tượng màu trong hầu hết các nghiên cứu về xúc tác quang hoá trong hơn hai thập niên vừa qua. Đồng thời, MB cũng được sử dụng làm đối tượng màu trong tiêu chuẩn công nghiệp của Nhật Bản JIS R 1703-2:2007 về mô hình đánh giá khả năng tự làm sạch của bề mặt màng mỏng [4].

Trong bài báo này, graphene oxit dạng khử (rGO) được tổng hợp bằng phương pháp hoá học. MB được chọn làm đối tượng màu cho nghiên cứu. Khả năng hấp phụ MB của rGO được đánh giá, thảo luận.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Hoá chất, thiết bị nghiên cứu

Graphite được mua từ hãng Sigma-aldrich với cỡ hạt $< 45\mu\text{m}$, dạng bột mịn. Các hoá chất khác được mua trên thị trường, dạng tinh khiết của Trung Quốc: H_2SO_4 98%, KMnO_4 , H_2O_2 , NaNO_3 , HCl , ascorbic acid 99%, methylene blue (MB). Các hoá chất được sử dụng ngay, không cần làm sạch hoặc tinh chế. rGO được tổng hợp từ graphite bằng phương pháp Hummers [5],[6]. Khả năng hấp phụ MB được đánh giá bằng phương pháp quang phổ tử ngoại và khả kiến (UV-Vis, thực hiện trên máy Lambda 25 UV/VIS – Perkin Elmer, Mỹ). Các thiết bị khác: máy khuấy từ (IKA CMAG HS 4-CHLB Đức), cân điện tử (Ohaus SPS, $200\pm 0.001\text{g}$ -Mỹ), máy đo pH (Hana HI 98107 - Ý), máy ly tâm (TDL - Trung Quốc) được sử dụng cho thí nghiệm.

2.2. Khảo sát ảnh hưởng của pH đến quá trình hấp phụ của vật liệu

Chuẩn bị các dung dịch chất màu MB nồng độ 100mg/l , pH dung dịch được điều chỉnh ở các

mức 3, 5, 7, 9, 11. Sau đó, phân tán (bằng khuấy cơ học) lần lượt $0,02\text{g}$ chất hấp phụ rGO vào 50ml dung dịch MB đã chuẩn bị. Sau từng khoảng thời gian cố định lấy mẫu đem ly tâm lọc tách chất rắn, dung dịch thu được phân tích xác định nồng độ trên máy UV-Vis.

2.3. Khảo sát khả năng hấp phụ chất màu hữu cơ của vật liệu theo thời gian

Phân tán lần lượt $0,02\text{g}$ chất hấp phụ vào trong 50ml dung dịch MB (pH=7, nồng độ 100mg/l) bằng khuấy cơ học, nhiệt độ phòng. Sau từng khoảng thời gian cố định lấy mẫu đem ly tâm lọc tách chất rắn, dung dịch thu được phân tích trên máy UV-Vis.

2.4. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất màu hữu cơ đến khả năng hấp phụ của vật liệu

Tiến hành phân tán lần lượt $0,02\text{g}$ chất hấp phụ vào trong 50ml dung dịch MB (pH=7) với các nồng độ khác nhau (từ 20mg/l đến 100mg/l). Dung dịch thu được phân tích trên máy quang phổ UV-Vis.

2.5. Tính toán hiệu suất hấp phụ

Hiệu suất hấp phụ (η %) được tính theo công thức:

$$\eta = \frac{C_o - C_{cb}}{C_o} 100\% \quad (1)$$

Trong đó: C_o là nồng độ dung dịch MB ban đầu (mg/l); C_{cb} : nồng độ dung dịch MB lúc cân bằng (mg/l)

2.6. Một số mô hình đẳng nhiệt hấp phụ

2.6.1. Đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir

Phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir cho sự hấp phụ chất tan trong dung dịch trên chất hấp phụ rắn có dạng sau:

$$Q_{cb} = \frac{Q_{\max} \cdot K_L \cdot C_{cb}}{1 + K_L \cdot C_{cb}} \quad (2)$$

Trong đó: $Q_{\max}$: lượng chất bị hấp phụ cực đại đơn lớp trên một đơn vị khối lượng chất hấp

phụ (mg/g); K_L : hằng số hấp phụ Langmuir (l/mg); C_{cb} : nồng độ cân bằng của dung dịch (mg/l); Q_{cb} : dung lượng cân bằng hấp phụ của chất bị hấp phụ (mg/g);

Dạng phương trình (2) có thể viết lại như sau:

$$\frac{C_{cb}}{Q_{cb}} = \frac{C_{cb}}{Q_{max}} + \frac{1}{Q_{max} \cdot K_L} \quad (3)$$

Các tham số Q_{cb} và K_L có thể xác định bằng phương pháp hồi quy tuyến tính các số liệu thực nghiệm dựa vào đồ thị tương quan giữa C_{cb}/Q_{cb} và C_{cb} .

Dung lượng hấp phụ tại thời điểm t được xác định theo phương trình

$$q = \frac{C_0 - C}{m} V \quad (4)$$

Trong đó: q là dung lượng hấp phụ tại thời điểm t (mg/g); C_0 : nồng độ dung dịch ban đầu (mg/l); C : nồng độ dung dịch MB tại thời điểm t (mg/l); V : thể tích dung dịch chất bị hấp phụ (l); m : khối lượng chất hấp phụ (g).

2.6.2. Đẳng nhiệt hấp phụ Freundlich

Mô hình Freundlich là một phương trình thực nghiệm áp dụng cho sự hấp phụ trên bề mặt không đồng nhất:

$$Q_{cb} = \frac{x}{m} = K_L \cdot C_{cb}^{1/n} \quad (5)$$

Trong đó x : khối lượng chất bị hấp phụ (mg); m : khối lượng chất hấp phụ (g); C_{cb} : nồng độ dung dịch lúc cân bằng (mg/l); Q_{cb} : dung lượng cân bằng hấp phụ của chất bị hấp phụ; (mg/g); K_F : hằng số Freundlich [(mg/g)(l/mg)^{1/n}]; n : hệ số dị thể.

Đường đẳng nhiệt hấp phụ Freundlich có thể được viết lại như sau:

$$\begin{aligned} \ln Q_{cb} &= \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_{cb} \quad \text{hoặc} \\ \log Q_{cb} &= \log K_F + \frac{1}{n} \cdot \log C_{cb} \end{aligned} \quad (6)$$

Giá trị K_F và n có thể được tính theo giản đồ

sự phụ thuộc giữa $\ln Q_{cb}$ và $\ln C_{cb}$ hoặc $\log Q_{cb}$ và $\log C_{cb}$ bằng phương pháp hồi quy tuyến tính từ các số liệu thực nghiệm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng pH đến dung lượng hấp phụ MB của graphene

Kết quả khảo sát mối quan hệ pH và dung lượng hấp phụ MB được thể hiện qua Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ màu MB của rGO

pH	3	5	7	9	11
Hiệu suất hấp phụ (%)	90,78	92,50	95,30	89,50	88,40

Từ kết quả cho thấy pH dung dịch đã có ảnh hưởng nhất định đến dung lượng hấp phụ MB của rGO. Tuy vậy, trong một khoảng pH rộng, hiệu suất thay đổi không quá lớn. Khi pH tăng, hiệu suất khử màu MB có xu hướng giảm. Tại pH=7 cho giá trị hiệu suất cao nhất. Điều này có thể do bề mặt của rGO bị khử lượng lớn các nhóm chức chứa oxy do vậy sự hấp phụ MB chủ yếu xảy ra do các liên kết mạnh của nhân thơm trong cấu trúc MB với liên kết π - π của rGO. Giá trị pH=7 được chọn để tiếp tục nghiên cứu, đánh giá khả năng hấp phụ.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ MB

Thực nghiệm tiến hành với nồng độ MB ban đầu là 100mg/l, nhiệt độ phòng, pH dung dịch bằng 7. Hiệu suất khử MB được đánh giá sau các khoảng thời gian 10 phút, 30 phút, 60 phút, 120 phút và 180 phút. Kết quả thu được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian đến dung lượng hấp phụ màu MB của rGO

Thời gian (phút)	10	30	60	120	180
Dung lượng hấp phụ MB (mg/g)	84,84	87,97	94,11	94,13	94,16

Bảng 2 cho thấy khả năng hấp phụ các anion MB trên rGO diễn ra nhanh trong khoảng 1 giờ ban đầu, sau đó graphene đạt trạng thái hấp phụ bão hoà, hiệu suất hấp phụ không tăng thêm nữa. Bề mặt tồn tại ít nhóm chức tích điện âm nên hiệu ứng đẩy đôi với anion MB giảm, ngoài ra quá trình khử đã làm tăng các liên kết π - π của sp^2C và sp^3C , các liên kết này có ái lực lớn đối với các nhân thơm trong MB do vậy tốc độ hấp phụ diễn ra nhanh trong 1 giờ đầu [5].

3.3. Mô hình hấp phụ đẳng nhiệt

Nghiên cứu đẳng nhiệt hấp phụ được thực hiện trong dung dịch có pH=7, nồng độ MB khác nhau. Nồng độ chất hấp phụ ở trạng thái cân bằng được tính toán trên các đường hấp phụ đẳng nhiệt ở các nồng độ MB ban đầu khác nhau. Phân tích hồi quy C_{cb}/Q_{cb} và C_{cb} (C_{cb} là nồng độ cân bằng, Q_{cb} là dung lượng hấp phụ

cân bằng) đối với mô hình Langmuir và hồi quy $\ln Q_{cb}$ và $\ln C_{cb}$ đối với mô hình Freundlich. Kết quả được trình bày dưới đây.

3.3.1. Mô hình Langmuir

Kết quả tính toán các giá trị nồng độ cân bằng trình bày ở Bảng 3.

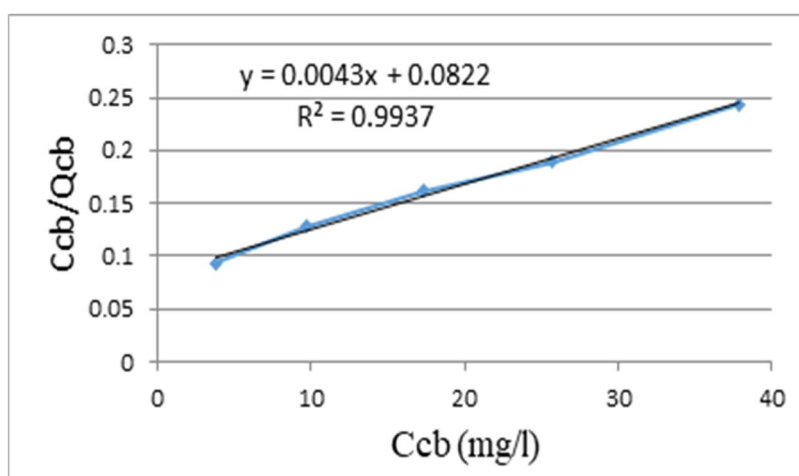
Từ kết quả ở Hình 1, ta tính được hệ số tương quan của hai đại lượng C_{cb}/Q_{cb} và C_{cb} là $R^2 = 0,9937$ cho thấy mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir mô tả tương đối chính xác sự hấp phụ MB trên vật liệu hấp phụ rGO. Từ phân tích hồi quy ta tính được các hệ số của phương trình Langmuir như sau:

$$C_{cb}/Q_{cb} = 0,0043 C_{cb} + 0,0822$$

Từ phương trình trên ta tính được dung lượng hấp phụ cực đại Q_{max} của vật liệu rGO là 232,56mg/g, hằng số của mô hình Langmuir là $K_L = 0,052$ (l/mg)

Bảng 3. Sự phụ thuộc dung lượng hấp phụ vào nồng độ đối với MB

C_o (mg/l)	C_{cb} (mg/l)	m (g)	V (l)	Q_{cp} (mg/g)	C_{cb}/Q_{cp}
20	3,77	0,02	0,05	40,57	0,09
40	9,69	0,02	0,05	75,77	0,13
60	17,2	0,02	0,05	106,82	0,16
80	25,7	0,02	0,05	135,65	0,19
100	37,9	0,02	0,05	155,25	0,24



Hình 1. Đường hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir của MB trên rGO

Để xác định quá trình hấp phụ MB bằng rGO có phù hợp với dạng hấp phụ đơn lớp theo mô tả của mô hình Langmuir hay không, chúng tôi đánh giá mức độ phù hợp thông qua tham số cân bằng R_L . Tham số R_L được tính theo nồng độ đầu (C_0) như sau:

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \cdot C_0} \quad (7)$$

Dựa vào tham số R_L theo Bảng 4 [6] để đánh giá mức độ phù hợp của mô hình hấp phụ Langmuir đối với rGO.

Bảng 4. Phân loại sự phù hợp của mô hình đẳng nhiệt bằng tham số R_L

Giá trị R_L	Dạng mô hình đẳng nhiệt
$R_L > 1$	Không phù hợp
$R_L = 1$	Tuyến tính
$0 < R_L < 1$	Phù hợp
$R_L = 0$	Không thuận nghịch

Bảng 5. Giá trị tham số cân bằng R_L của quá trình hấp phụ MB bằng rGO

C_0 (mg/l)	20	40	60	80	100
R_L	0,490	0,325	0,243	0,194	0,161

Từ giá trị tham số R_L tính toán được (Bảng 5), cho thấy giá trị này trong khoảng từ 0,161 – 0,49, đều nhỏ hơn 1, nên có thể xác định được mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir là phù hợp với quá trình hấp phụ MB bằng rGO.

3.3.2. Mô hình Freundlich

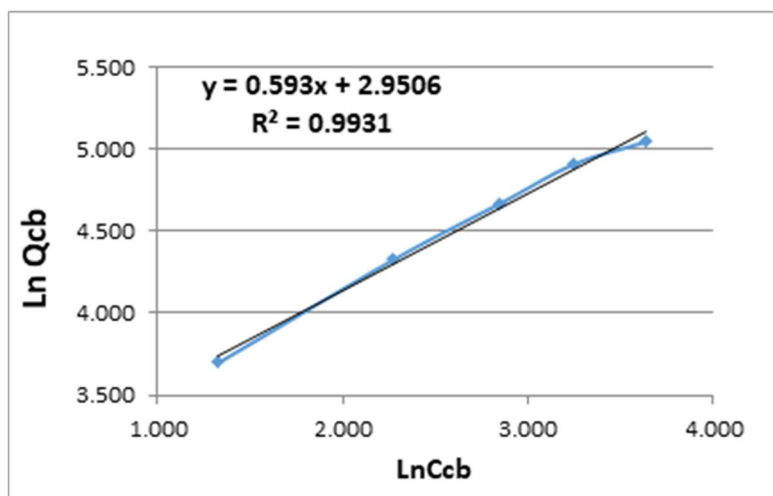
Bảng 6 và đồ thị Hình 2 mô tả quá trình hấp phụ MB trên vật liệu hấp phụ theo mô hình đẳng nhiệt Freundlich. Các hệ số của phương trình Freundlich thu được từ quá trình hồi quy $\ln Q_{cb}$ theo $\ln C_{cb}$ như sau:

$$\ln Q_{cb} = 0,593 \ln C_{cb} + 2,9506$$

Từ phương trình trên ta tính được hằng số hấp phụ Freundlich $K_F = 19,12 [(mg/g)(l/mg)^{1/n}]$ và giá trị hằng số $1/n = 0,5929$. Hệ số tương

Bảng 6. Sự phụ thuộc $\ln Q_{cb}$ vào $\ln C_{cb}$ đối với mô hình Freundlich của MB

C_0 (mg/l)	rGO	
	$\ln Q_{cb}$	$\ln C_{cb}$
100	3,703	1,327
200	4,328	2,271
300	4,671	2,849
400	4,910	3,248
500	5,045	3,635



Hình 2. Đường hấp phụ đẳng nhiệt Freundlich của MB trên rGO

Bảng 7. Các thông số đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir và Freundlich của rGO đối với MB

Mô hình hấp phụ đẳng nhiệt	Giá trị
Langmuir:	
$Q_{\max}(\text{mg/g})$	232,56
$K_L(\text{L/mg})$	0,052
R^2	0,9937
R_L	0,161
Freundlich:	
$1/n$	0,5929
$K_F[(\text{mg/g})(\text{L/mg})^{1/n}]$	19,12
R^2	0,9931

quan của $\ln Q_{cb}$ và $\ln C_{cb}$ là $R^2 = 0,9931$. So sánh kết quả từ hai mô hình ta thu được Bảng 7.

Từ kết quả trên cho thấy quá trình hấp phụ MB của rGO đều tuân theo hai mô hình. Tuy nhiên hệ số tương quan R^2 của mô hình Langmuir tiến gần đến 1 hơn so với mô hình Freundlich. Như vậy, có thể xác định quá trình hấp phụ MB bằng vật liệu hấp phụ rGO tuân theo mô hình đẳng nhiệt Langmuir. Dung lượng hấp phụ MB của rGO đạt được là 232,56mg/g.

4. KẾT LUẬN

rGO được tổng hợp từ graphite bằng phương pháp Hummers, có khả năng hấp phụ methylene xanh (MB) trong nước với dung lượng hấp phụ cực đại là 232,56mg/g. Quá trình khảo sát cho thấy rGO có thể hấp phụ MB tốt ở điều kiện pH=7. Đây là điều kiện dễ thực hiện trong thực tế. Quá trình hấp phụ có thể được biểu diễn theo mô hình Freundlich và Langmuir, nhưng phù hợp hơn với mô hình Langmuir.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Đoàn Thị Thúy Ái (2013), *Khảo sát khả năng hấp phụ chất màu xanh methylen trong môi trường nước của vật liệu CoFe2O4/bentonite*, Tạp chí Khoa học và phát triển, Vol. 11, no. 2, pp. 236–238, 2013.

[2] Nawi, Y. S. N. M. A. (2016), *Role of bentonite adsorbent sub-layer in the photocatalytic- adsorptive removal of methylene blue by the immobilized TiO2 / bentonite system*, International Journal of Environmental Science and Technology, 13(3), 907–926. <https://doi.org/10.1007/s13762-015-0928-5>.

[3] Yang, S. T., Chen, S., Chang, Y., Cao, A., Liu, Y., & Wang, H. (2011), *Removal of methylene blue from aqueous solution by graphene oxide*, Journal of Colloid and Interface Science, 359(1), 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.02.064>.

[4] Murugan, K., Rao, T. N., Gandhi, A. S., & Murty, B. S. (2010), *Effect of aggregation of methylene blue dye on TiO2 surface in self-cleaning studies*, Catalysis Communications, 11(6), 518–521. <https://doi.org/10.1016/j.catcom.2009.12.007>.

[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 Khoa học và CN Việt Nam.

[6] Xiaoming Peng, Dengpo Huang, Tareque Odoom-Wubah, Dafang Fu, Jiale Huang, Qingdong Qin, (2014), *Adsorption of anionic and cationic dyes on ferromagnetic ordered mesoporous carbon from aqueous solution: Equilibrium, thermodynamic and kinetics*, Journal of Colloid and Interface Science, 430,272–282.

XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU QUẢN LÝ THÔNG TIN AN TOÀN SỨC KHỎE CỦA NGƯỜI LAO ĐỘNG NGÀNH XÂY DỰNG

TS. Mai Thị Thu Thảo⁽¹⁾, Trần Thủy Tiên⁽²⁾

⁽¹⁾Khoa Môi trường và Bảo hộ Lao động, Trường ĐH Tôn Đức Thắng

⁽²⁾Công ty TNHH Xây Dựng Dân Dụng và Công Nghiệp Nam Việt

Tóm tắt:

Xây dựng cơ sở dữ liệu là một xu hướng được các doanh nghiệp khai thác rất nhiều và cũng có nhiều đề tài nghiên cứu liên quan. Tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào đề cập, phát triển xây dựng cơ sở dữ liệu về an toàn sức khỏe nghề nghiệp (ATSKNN) dành riêng cho người lao động ngành xây dựng. Cơ sở dữ liệu sẽ mở ra một bước tiến mới cho việc xây dựng phần mềm quản lý tổng thể đặc biệt về hoạt động ATSKNN. Dữ liệu ATSKNN bao gồm các dữ liệu liên quan về sơ yếu lý lịch, khám sức khỏe, bệnh nghề nghiệp, đào tạo, chứng chỉ liên quan, tai nạn lao động, nhận diện lỗi hành vi mất an toàn của người lao động và xử lý vi phạm của doanh nghiệp. Nghiên cứu đề xuất xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào một cách tinh gọn, dễ hiểu, dễ tra cứu, đảm bảo đầy đủ thông tin và thuận tiện trong phân tích xử lý thống kê. Sử dụng phương pháp chuyển đổi dữ liệu thành dạng bảng, phân loại dữ liệu, mã hóa dữ liệu tạo các mối liên kết giữa các nhóm dữ liệu từ các trường thông tin cơ bản và chuyên biệt về an toàn sức khỏe nghề nghiệp của người lao động. Kết quả nghiên cứu là bảng thiết kế các trường dữ liệu và các mối tương quan cho giai đoạn tiếp theo của quá trình xây dựng phần mềm.

Từ khóa: Cơ sở dữ liệu ATSKNN; OHS Database; Thông tin ATSKNN; Quản lý thông tin NLĐ

1. GIỚI THIỆU

Xây dựng cơ sở dữ liệu là một trong những phương thức lưu trữ tổng hợp dữ liệu cần có phục vụ cho việc quản lý thông tin, dữ liệu quản lý đảm bảo đầy đủ thông tin cho việc truy xuất dữ liệu báo cáo tổng hợp nhưng dữ liệu cần phải tinh gọn nhằm hạn chế những thông tin thừa gây nhiễu loạn thông tin. Xây dựng cơ sở dữ liệu là một bước quan trọng cho quá trình xây dựng phần mềm quản lý trong tương lai.

Thông tin ATSKNN của người lao động ngành xây dựng là một lĩnh vực tương đối lớn

với hàng loạt các dữ liệu cần lưu trữ, số lượng người lao động làm việc tương đối lớn. Đặc điểm của người lao động ngành xây dựng là không làm việc cố định một vị trí, một nơi mà trong khoảng thời gian có thể làm ở nhiều nơi khác nhau. Do đó việc xây dựng cơ sở dữ liệu giúp nhà quản lý kiểm soát được thông tin của người lao động, giảm thiểu thời gian tìm kiếm thông tin, đặc biệt trong quá trình chuẩn bị các hồ sơ an toàn của dự án, giảm thiểu chi phí thực hiện hồ sơ an toàn, cũng như tiết kiệm thời gian để chuẩn bị.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu đã lựa chọn đối tượng và tiến hành phân tích, tổng hợp các dữ liệu ATSKNN của người lao động được lưu trữ tại công ty trong ngành xây dựng với 5 dự án đang hoạt động tại Hồ Chính Minh, Tiền Giang và Bình Dương.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- **Phương pháp thống kê:** Thống kê tài liệu, văn bản pháp luật, thông tin, các hồ sơ có liên quan đến công tác quản lý an toàn sức khỏe nghề nghiệp tại công ty nhằm tổng hợp những nội dung cần thiết có liên quan đến nội dung nghiên cứu

- **Phương pháp phân tích:** Phân tích số liệu thu thập và lựa chọn ra những nội dung chính đưa vào xây dựng cơ sở dữ liệu

- **Phương pháp thiết kế cơ sở dữ liệu:** Mô hình hóa nhằm chuyển đổi các đối tượng từ thế giới thực sang bảng trong hệ thống cơ sở dữ liệu. Các bước thực hiện:

+ Bước 1. Xác định các thành phần dữ liệu cần có trong nội quản lý

+ Bước 2. Chia nhỏ các thành phần dữ liệu ra thành các phần nhỏ nhất mà hệ thống sử dụng

+ Bước 3. Xác định các bảng và các cột

+ Bước 4. Xác định khóa chính, khóa ngoại và mối quan hệ

- **Phương pháp xây dựng mô hình thực thể - các mối quan hệ:** Mô hình thực thể được xây dựng như sau:



Hình 1. Mô hình thực thể

Trong đó A và B là thực thể và mối quan hệ giữa chúng là A thuộc B

Để thể hiện các mối liên kết giữa các bảng sẽ sử dụng các mối liên kết như sau: 1-1; 1-n; n-n:

- Liên kết (1-1): Mỗi thể hiện của thực thể A quan hệ với một thể hiện của thực thể B và ngược lại.

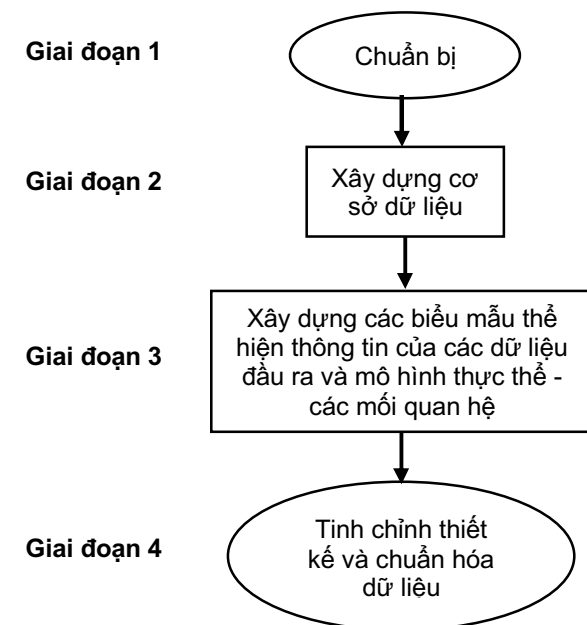
- Liên kết (1-N): Mỗi thể hiện của thực thể A quan hệ với nhiều thể hiện của thực thể B. Ngược lại mỗi thể hiện của thực thể B quan hệ với chỉ một thể hiện của thực thể A.

- Liên kết (N-N): Mỗi thể hiện của thực thể A quan hệ với nhiều thể hiện của thực thể B. Ngược lại mỗi thể hiện của thực thể B quan hệ với nhiều thể hiện của thực thể A.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu

Quy trình thực hiện xây dựng cơ sở dữ liệu được thực hiện qua 4 giai đoạn chính:



Hình 2. Quy trình thực hiện xây dựng cơ sở dữ liệu

Kết quả nghiên cứu KHCN

Giai đoạn 1: Chuẩn bị

Thu thập các thông tin liên quan về thông tin cá nhân, bảo hiểm tai nạn, khám sức khỏe, bệnh nghề nghiệp, huấn luyện, hợp đồng, tai nạn.... từ các yêu cầu của luật định, các biểu mẫu báo cáo liên quan đến sở ban ngành, từ các biểu mẫu quản lý tại doanh nghiệp để lựa chọn các thông tin cơ bản phù hợp cho quá trình xây dựng từ đó có thể thêm một vài thông tin khác. Nhưng đảm bảo các thông tin cơ bản phải có đầy đủ.

+ Thông tin cá nhân sẽ được lấy từ các mục của chứng minh nhân dân

+ Bảo hiểm tai nạn sẽ được lấy từ các mục có trong hợp đồng bảo hiểm

+ Khám sức khỏe sẽ được lấy từ các mục có trong giấy khám sức khỏe

+ Bệnh nghề nghiệp sẽ được lấy từ các mục có trong sổ theo dõi bệnh nghề nghiệp

+ Huấn luyện sẽ được lấy từ các mục có trong các thẻ chứng nhận tham gia tập huấn

+ Hợp đồng sẽ được lấy từ các mục có trong hợp đồng lao động của doanh nghiệp

+ Tai nạn sẽ được lấy từ các mục có trong báo cáo tai nạn lao động và sổ theo dõi tai nạn nạn lao động

Giai đoạn 2: Xây dựng cơ sở dữ liệu

Gồm 3 bước thực hiện

Bước 1: Chuyển dữ liệu thô thành dạng bảng

Đặc điểm của bảng dữ liệu thô (Hình 3) chứa đầy đủ tất cả các thông tin của các trường dữ liệu lớn. Nhưng điều bất cập đó là do chứa quá nhiều thông tin các thực thể chi tiết và thực thể trùng lặp nhiều dẫn đến tình trạng làm nhiễu loạn thông tin và sẽ gây khó khăn nếu dựa trên bảng liệu này để làm việc.

Thông tin cá nhân	Khám sức khỏe	Hợp đồng lao động	Bệnh nghề nghiệp	Đào tạo, huấn luyện						Vi phạm	Tai nạn lao động
Họ tên	Họ tên	Họ tên	Họ tên	Huấn luyện định kỳ				Huấn luyện đầu vào		Họ tên	Họ tên
Số CMND	Số CMND	Số CMND	Giới tính: + Nam + Nữ	Đã huấn luyện: + Có + Chưa				Đã huấn luyện: + Có + Chưa		Bộ phận/ Đội	Giới tính
Năm sinh	Năm sinh	Năm sinh	Tuổi	Huấn luyện SCC	Huấn luyện PCCC	Huấn luyện theo ND 44/2016			Họ tên	Loại vi phạm	Năm sinh
Giới tính: + Nam + Nữ	Giới tính: + Nam + Nữ	Giới tính: + Nam + Nữ		Họ tên	Họ tên	Nhóm huấn luyện: + Nhóm 1 + Nhóm 2 + Nhóm 5 + Nhóm 6	Nhóm huấn luyện + Nhóm 4	Nhóm huấn luyện + Nhóm 3	Năm sinh	Số lần vi phạm	Nghề nghiệp
Nguyên quán	Nguyên quán	Nguyên quán	Nghề khi bị BNN	Năm sinh	Năm sinh	Họ tên	Họ tên	Họ tên	Công việc		Nguyên nhân gây tai nạn
Thường trú	Nghề nghiệp	Thường trú	Công việc hiện tại	CMND	CMND	Giới tính: + Nam + Nữ	Năm sinh	Năm sinh	Ngày huấn luyện		Tình trạng thương tích
Nơi cấp và ngày cấp	Nơi cấp và ngày cấp	Nơi cấp và ngày cấp	Ngày phát bệnh	Ngày cấp	Ngày cấp	Năm sinh	Chức vụ	Công việc	Mã số thẻ		
Nghề nghiệp	Phân loại sức khỏe + Loại 1 + Loại 2 + Loại 3	Nghề nghiệp	Tên BNN	Nơi làm việc	Nơi làm việc	CMND	Nơi làm việc	Khóa huấn luyện : + An toàn trong xây dựng + An toàn làm việc trên cao + An toàn điện + An toàn trong hàn cắt	Khóa huấn luyện : + An toàn trong xây dựng + An toàn làm việc trên cao + An toàn điện + An toàn trong hàn cắt		
Bộ phận/ Đội	Bệnh tật liên quan	Mã số hợp đồng		Ngày cấp	Ngày cấp	Chức vụ	Thời gian huấn luyện	Mã số thẻ	File đính kèm		
Làm việc tại dự án	Ngày khám	Thời hạn hợp đồng : + 6 tháng + 12 tháng Từ ngày -- đến ---		Mã số chứng nhận	Mã số chứng nhận	Thời gian huấn luyện	Thời gian lưu đến ngày...	Thời gian huấn luyện			
Hình đính kèm	Thời hạn: 12 tháng	Địa điểm làm việc		Thời gian lưu : 2 năm	Thời gian lưu : 2 năm	Mã số chứng nhận		Thời gian lưu đến ngày...			
	File đính kèm	File đính kèm		File đính kèm	File đính kèm	Thời gian lưu đến ngày... File đính kèm	-	File đính kèm		File đính kèm	File đính kèm

Hình 3. Bảng dữ liệu thể hiện các thực thể của trường dữ liệu

Kết quả nghiên cứu KHCN

Thông tin cá nhân								
Họ tên	Khám sức khỏe	Hợp đồng	Bệnh nghề nghiệp	Huấn luyện		Bảo hiểm tai nạn	Vi phạm	Tai nạn lao động
Số CMND	Đã khám/chưa	Mã số hợp đồng	Có/Không	Đã huấn luyện/ Chưa		Đã có/chưa	Đã có/chưa	Tình trạng thương tích - Chết người - Bị thương nặng - Bị thương nhẹ
Năm sinh	- Phân loại sức khỏe + Loại 1 + Loại 2 + Loại 3	- Thời hạn hợp đồng : + 6 tháng + 12 tháng Từ ngày -- đến --	Loại BNN	1. Sơ cấp cứu	- Mã số chứng nhận - Thời hạn	Hợp đồng số	Loại vi phạm	- Nguyên nhân gây tai nạn
- Giới tính: + Nam + Nữ	Ngày khám sức khỏe	Địa điểm làm việc	Ngày phát bệnh	2. Phòng cháy chữa cháy	- Mã số chứng nhận - Thời hạn	Thời hạn	Số lần	
- Nguyên quán	Bệnh lý nếu có		Tuổi nghề	3. Huấn luyện định kỳ	Nhóm : 1,2,3,4,5,6 - Thời hạn			
Thường trú			Công việc hiện tại	4. Huấn luyện lần đầu	Khóa huấn luyện : + An toàn trong xây dựng + An toàn làm việc trên cao + An toàn điện + An toàn trong hàn cắt			
Nơi cấp và ngày cấp			Công việc được bổ trí sau khi bệnh					
Nghề nghiệp								
Bộ phận/ Đội								
Quá trình làm việc tại dự án								

Hình 4. Bảng dữ liệu rút gọn

Bước 2. Lọc dữ liệu và sắp xếp dữ liệu

Mục đích của giai đoạn này sẽ giúp giảm thiểu thời gian nhập dữ liệu đầu vào. Từ cột dữ liệu chính chúng ta có thể liên kết sang các trường dữ liệu riêng lẻ giúp thao tác quản lý dữ liệu dễ dàng và nhanh chóng. Đây là một bước quan trọng nhất sẽ giúp cho quá trình xây dựng phần mềm trong tương lai một cách nhanh chóng và rõ ràng hơn hạn chế sự chông chéo và sai sót trong quá trình lập trình của hệ thống

Bước 3. Xây dựng mô hình đầu vào - đầu ra các dữ liệu, khóa chính tìm kiếm, phân định chức năng quản trị và chức năng quản lý dữ liệu

- Xây dựng mô hình đầu vào và đầu ra của dữ liệu nhằm thể hiện tổng thể của quá trình và

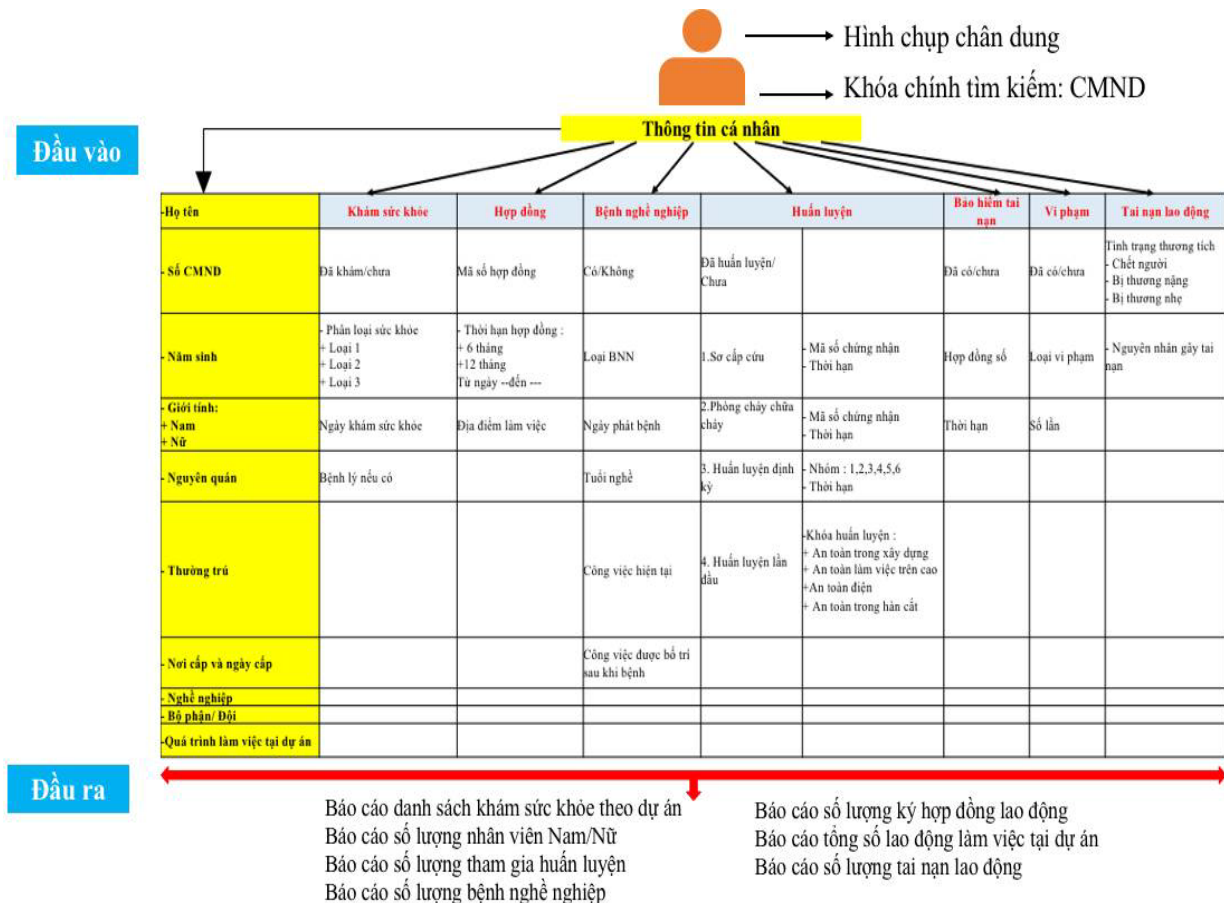
kết quả mong muốn đạt được sau khi hoàn thành (Hình 5).

Xác định khóa chính tìm kiếm: Đối với nội dung này khóa chính tìm kiếm sẽ là chứng minh nhân dân của người lao động vì số chứng minh nhân dân sẽ không bị trùng với nhau, sử dụng họ tên để tìm kiếm dẫn đến tình trạng là có nhiều người lao động có họ tên trùng với nhau sẽ làm cho quá trình tìm kiếm trích dữ liệu khó khăn.

Đối với thông tin của người lao động sẽ được đính kèm hình chụp chân dung của họ để giúp nhà quản lý nhận diện chính xác hơn.

Ngoài ra các thông liên quan còn lại sẽ được đính kèm hồ sơ minh chứng theo từng mục. Các hồ sơ được quét thành file mềm và đính kèm theo từng mục.

Kết quả nghiên cứu KHCN



Hình 5. Mô hình đầu vào và đầu ra của dữ liệu

Phân định các chức năng:

- Chức năng quản trị sẽ phân thành 3 cấp nhóm chính
- Nhóm khai thác: nhóm này chỉ có chức năng truy cập được xem và tải thông tin.
- Nhóm cập nhật thông tin người lao động: nhóm này được phép tạo mới, cập nhật thông tin, chỉnh sửa thông tin của người lao động thuộc quyền quản lý.
- Nhóm quản trị hệ thống, nhóm này chịu trách nhiệm phân quyền và cung cấp mật khẩu đăng nhập vào phần mềm.
- Chức năng quản lý dữ liệu

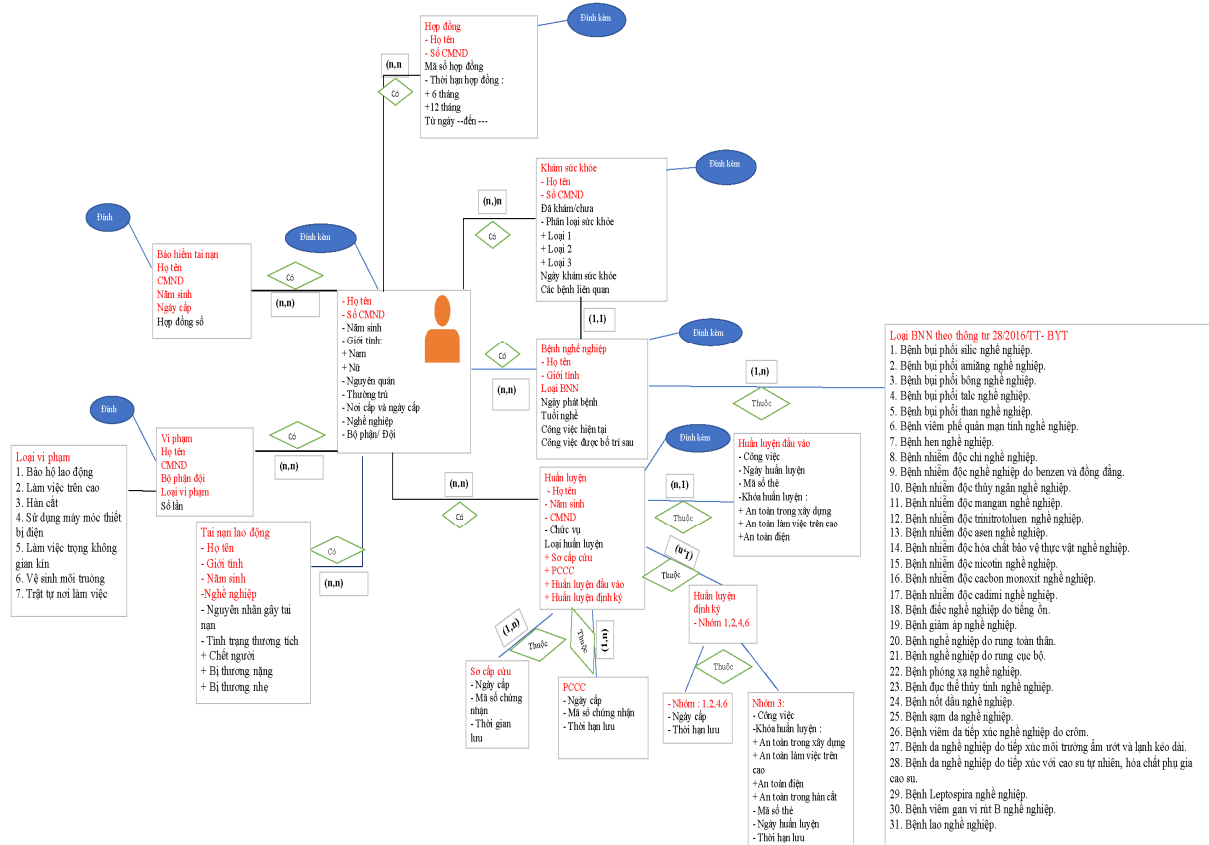
• Nhập mới: nhập mới thông tin của người lao động dữ liệu đầu vào được nêu trên.

• Cập nhật thông tin: cập nhật thông tin lỗi thời, hết thời gian lưu, thông tin mới bổ sung hoặc thông tin sai.

• Xem tra cứu thông tin: thông tin dạng trực quan sẽ hiển thị trực tiếp trên màn hình, và theo dạng hồ sơ có tải xuống in và lưu, cách thức tra cứu thông tin người lao động từ khóa tra cứu sẽ là chứng minh nhân dân nhằm đảm bảo độ chính xác cao.

• Báo cáo, thống kê: Đặt thông báo, truy xuất dữ liệu phục vụ cho hoạt động báo cáo với nhà quản lý, các sở ban ngành.

Kết quả nghiên cứu KHCHN



Hình 6. Mô hình liên kết giữa các thực thể

Giai đoạn 3. Xây dựng các biểu mẫu thể hiện thông tin của các dữ liệu đầu ra và mô hình thực thể - các mối quan hệ

Xây dựng các biểu mẫu thể hiện thông tin của các dữ liệu đầu ra

Dựa vào mô hình đầu vào và đầu ra của dữ liệu (Hình 5) xây dựng các biểu mẫu nhằm mục đích xác định những thông tin nào cần được phân tích và thống kê ở đầu ra của quá trình xây dựng cơ sở dữ liệu

Biểu mẫu:

- Biểu mẫu thông tin công nhân

- Báo cáo danh sách khám sức khỏe theo dự án
- Báo cáo số lượng nhân viên Nam/Nữ
- Báo cáo số lượng tham gia huấn luyện
- Báo cáo số lượng bệnh nghề nghiệp
- Báo cáo số lượng ký hợp đồng lao động
- Báo cáo tổng số lao động làm việc tại dự án
- Báo cáo số lượng tai nạn lao động

Mô hình thực thể - các mối quan hệ

Nhằm mục đích xác định các mối liên hệ giữa các bảng với nhau, xác định các khóa chính của

các bảng giúp tạo ra các liên hệ của các thuộc giữa các bảng giúp cho việc truy vấn dữ liệu sau này

Mô hình về mối liên hệ giữa bảng thông tin cá nhân và các bảng về hợp đồng lao động, huấn luyện lao động, bảo hiểm tai nạn, vi phạm, bệnh nghề nghiệp, tai nạn lao động và khám sức khỏe (Hình 6).

Các khóa chính được thể hiện đó là Số CMND và họ tên ngoài ra ở các thực thể sẽ có những khóa ngoại liên quan được bôi đỏ. Giúp cho người đọc dễ nhận thấy mối liên hệ giữa các thực thể.

Giai đoạn 4. Tinh chỉnh thiết kế và chuẩn hóa dữ liệu

Sau khi thực hiện các giai đoạn:

- Chuẩn bị
- Xây dựng cơ sở dữ liệu
- Xây dựng các biểu mẫu thể hiện thông tin của các dữ liệu đầu ra và mô hình thực thể - các mối quan hệ

Thì bước cuối cùng của quá trình sẽ thực hiện quá trình tinh chỉnh thiết kế và chuẩn hóa dữ liệu là quá trình đưa sản phẩm áp dụng vào thực tế nhằm tìm ra những khuyết điểm, sự trùng lặp phải mất nhiều thời gian để thao tác trên các biểu mẫu. Từ đó đưa ra các giải pháp tinh chỉnh hạn chế sự trùng lặp khi đưa vào sử dụng

Chuẩn hóa dữ liệu là giai đoạn bắt đầu cho quá trình thiết kế phần mềm người thiết kế sẽ phân tích cấu trúc phức tạp ở Hình 6 và biểu mẫu ở Giai đoạn 3 thành những bảng có cấu trúc đơn giản nhất mà không làm không làm mất thông tin dữ liệu. Kết quả là sẽ làm giảm bớt sự dư thừa và loại bỏ những sự cố mâu thuẫn về dữ liệu, tiết kiệm được không gian lưu trữ, giúp văn bản hiển thị trên màn hình rõ ràng hơn.

3.2. Bàn luận

Việc xây dựng cơ sở dữ liệu gồm nhiều giai đoạn và các bước thực hiện khác nhau, kết quả cuối cùng của quá trình xây dựng cần có mô hình dữ liệu đầu vào và đầu ra của quá trình, các biểu mẫu và mô hình liên kết. Đây là 3 sản phẩm cần thiết nhất của quá trình giúp cho các giai đoạn tiếp theo trong xây dựng phần mềm dễ dàng thực hiện.

4. KẾT LUẬN

Bài viết đã xây dựng được quy trình tạo ra một cơ sở dữ liệu từ những thông tin về ATSKNN của người lao động được lưu trữ tại doanh nghiệp. Tất cả những thông tin được xây dựng dựa trên các yêu cầu của pháp luật. Tuy nhiên tùy vào từng doanh nghiệp xây dựng sẽ có thêm một số nội dung hoặc các trường dữ liệu mới vẫn có thể bổ sung vào và áp dụng tại doanh nghiệp. Việc xây dựng cơ sở dữ liệu giúp cho các doanh nghiệp xây dựng chuyển đổi việc lưu trữ thông tin cá nhân thủ công trở thành số hóa giúp giảm bớt thời gian cũng như duy trì dữ liệu kế thừa qua từng năm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Beynon-Davies P. (2004), *Database Development Process*. In: Database Systems. Palgrave, London.
- [2]. Cao Thị Nhạn & Nguyễn Thị Thanh Bình (2010), *Giáo trình Cơ sở dữ liệu*, từ https://www.academia.edu/18629109/Giao_Trinh_CSDL.
- [3]. Elmasri & Navathe (2010), *Fundamentals of Database Systems - 6 edition*, Pearson, USA. (ISBN-10: 0136086209, ISBN-13: 978-0136086208).
- [4]. *Thiết kế cơ sở dữ liệu và các bước thực hiện* (2020), từ < <https://iviettech.vn/blog/10578-thiet-ke-co-so-du-lieu-cac-buoc-thuc-hien.html>>.

ĐÁNH GIÁ RỦI RO CHÁY NỔ BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÁN ĐỊNH LƯỢNG FRAME VÀ ĐỀ XUẤT CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG CHÁY CHỮA CHÁY CHO NGÀNH SẢN XUẤT CƠ KHÍ

TS. Mai Thị Thu Thảo⁽¹⁾, ThS. Phan Đăng Khoa⁽²⁾

(1)Khoa Môi trường và Bảo hộ Lao động, Trường ĐH Tôn Đức Thắng

(2)Phòng An toàn, Công ty TNHH Xây dựng và Thương mại An Tâm

Tóm tắt:

Cháy nổ luôn là mối họa lớn, gây ra những thiệt hại nghiêm trọng tới tính mạng và tài sản trong lịch sử phát triển của nhân loại, câu nói “Giặc phá không bằng nhà cháy” cũng chứng minh được sự tàn khốc của cháy nổ. Tuy đã có rất nhiều nghiên cứu và các tiêu chuẩn về phòng chống cháy nổ (PCCN), nhưng tại Việt Nam chưa có nghiên cứu nào liên quan đến công tác PCCN trong ngành sản xuất cơ khí cũng như nghiên cứu về đánh giá rủi ro cháy nổ mà chỉ có những nghiên cứu cho các yếu tố gây ra cháy nổ có liên quan như bụi, chai khí nén. Việc nghiên cứu đánh giá rủi ro cháy nổ sẽ mở ra một bước tiến mới để nâng cao chất lượng công tác PCCN cho ngành sản xuất cơ khí. Phương pháp bán định lượng FRAME được áp dụng để phân tích và đánh giá các rủi ro cháy nổ tác động và ảnh hưởng như thế nào trên cơ sở 3 khía cạnh: con người, tài sản và các hoạt động sản xuất. Đề tài được nghiên cứu điển hình tại một nhà máy cơ khí tại Bình Dương với 9 khu vực chính, nhằm nhận diện và đánh giá những rủi ro cháy nổ tiềm ẩn, tồn tại tại cơ sở và từ đó loại bỏ, giảm thiểu những rủi ro cháy nổ bằng một số biện pháp khả thi.

Từ khóa: Đánh giá rủi ro; FRAME; Sản xuất cơ khí; PCCC.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành cơ khí là một trong những ngành công nghiệp có lịch sử lâu đời ở nước ta được hình thành và phát triển từ rất sớm. Bên cạnh đó, Việt Nam đang trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước với mục tiêu phấn đấu trở thành nước công nghiệp mà sản phẩm thì chủ yếu được sản xuất bằng máy móc. Do đó, ngành công nghiệp cơ khí là một ngành kinh tế có vị trí đặc biệt quan trọng đối với sự phát triển của nền kinh tế Việt Nam bởi vì đây máy móc, thiết bị cung cấp cho toàn bộ các

ngành kinh tế khác đều được sản xuất bởi ngành cơ khí. Trên thế giới, không có bất kỳ quốc gia nào thành công trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa mà lại thiếu mất sự phát triển mạnh mẽ của nền công nghiệp cơ khí. Sự phát triển của ngành cơ khí luôn mang lại nhiều lợi ích cho nền kinh tế, nó vừa là nền tảng vừa là động lực cho sự phát triển của tất cả các ngành nghề khác, và là một trong những ngành thu hút số lượng lao động và giải quyết được phần lớn công ăn việc làm cho hàng triệu người lao động.

Nhà máy cơ khí là cơ sở chuyên sản xuất các sản phẩm cơ khí, cấu kiện, vật tư bằng thép. Nguyên liệu chủ yếu trong dây chuyền công nghệ là thép. Ngoài ra, còn có các hóa chất, chất phụ gia, sơn, chai nén khí... đều là những chất dễ cháy. Chất cháy hầu hết có mặt toàn dây chuyền sản xuất, trong khi đó nguồn gây cháy bất nguồn và hình thành theo nhiều dạng khác nhau như: do không chấp hành nội quy về an toàn PCCC, ma sát giữa các bộ phận kim loại, chập điện, do phát sinh từ công việc hàn cắt, sử dụng ngọn lửa trần,... Do đó, khả năng xảy ra cháy nổ tại nhà máy khá cao. Nếu không có biện pháp cứu chữa kịp thời, đám cháy dễ lan rộng và phát triển với quy mô diện tích lớn, gây thiệt hại về tài sản, tính mạng, ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Hơn thế nữa là gây ngưng trệ hoạt động sản xuất, ảnh hưởng đến công ăn việc làm của người lao động. Đặc biệt, vào giai đoạn này là đang là mùa hanh khô, công tác PCCC lại cần phải được đặt vào vấn đề cấp thiết hơn bao giờ hết. Quan niệm “nước xa không cứu được lửa gần” việc xây dựng tốt công tác phòng cháy và chữa cháy tại cơ sở sản xuất công nghiệp theo tiêu chí đúng, kịp thời, hiệu quả, an toàn và tại chỗ là vấn đề trọng tâm và cần thiết.

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã phân tích và đánh giá những rủi ro cháy nổ tiềm ẩn, tồn tại và từ đó loại bỏ, giảm thiểu những rủi ro cháy nổ bằng một số biện pháp khả thi về tổ chức, hoàn thiện phương án PCCC đảm bảo an toàn về con người và tài sản, phù hợp với tình hình sản xuất hiện tại cũng như đáp ứng nhu cầu phát triển tương lai tại nhà máy sản xuất cơ khí.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu đã lựa chọn đối tượng nghiên cứu và đã tiến hành phân tích, đánh giá rủi ro cháy nổ tại 1 cơ sở trong ngành sản xuất cơ khí với 09 khu vực được đánh giá (nhà văn phòng, nhà xe, nhà bảo vệ, khu vực chế tạo, khu vực phun bi, khu vực sơn, kho, khu sơn dặm, khu

vực xuất hàng)

2.2. Phương pháp nhận diện và đánh giá rủi ro cháy nổ

- **Phương pháp:** phương pháp bán định lượng FRAME được sử dụng để nhận diện mối nguy và đánh giá rủi ro cháy nổ trong đề tài sử dụng

- **Đặc điểm của phương pháp FRAME:** “FRAME” ban đầu được tạo ra như một công cụ để quản lý rủi ro cháy nổ trong một tòa nhà hay cơ sở và xây dựng được hệ thống phòng ngừa cân bằng giữa hiệu quả và chi phí hợp lý để giảm rủi ro cháy nổ đến mức có thể chấp nhận được.

Đây là một phương pháp tính toán toàn diện, minh bạch và thiết thực cho các rủi ro cháy nổ trong cơ sở, công trình. Phương pháp sẽ xem xét rủi ro cháy nổ trong ba khía cạnh: rủi ro cháy nổ đối với công trình và những tài sản bên trong nó, rủi ro cháy nổ đối với người cư ngụ và cuối cùng là rủi ro cháy nổ đối với các hoạt động sản xuất, kinh doanh tại cơ sở đó [1].

Phương pháp nhận diện mối nguy và đánh giá rủi ro cháy nổ bán định lượng FRAME được phát triển dựa trên sáu nguyên tắc cơ bản được liệt kê như sau (Erik, D. S., 2008):

- Nguyên tắc 1: Một công trình được thiết kế và đầu tư các trang thiết bị phòng cháy chữa cháy đầy đủ được xem như công trình có sự cân bằng tốt giữa rủi ro và hệ thống phòng cháy chữa cháy. Cả hai yếu tố này được thể hiện dưới dạng số và giá trị của rủi ro cháy nổ được xem là chấp nhận được sau khi thực hiện tính toán là nhỏ hơn hoặc bằng 1.

- Nguyên tắc 2: Mức độ thiệt hại nghiêm trọng từ vụ cháy có thể được tính toán cùng với một số yếu tố ảnh hưởng.

- Nguyên tắc 3: Khả năng chấp nhận rủi ro cháy nổ sẽ thấp hơn khi mức độ tiếp xúc cao hơn.

- Nguyên tắc 4: Khả năng vận hành của hệ thống phòng cháy chữa cháy có thể được thể

hiện dưới dạng tập hợp các yếu tố sau:

- Nguyên tắc 5: Đánh giá rủi ro cháy nổ được thực hiện riêng lẻ theo từng yếu tố:

- Nguyên tắc 6: Trong một công trình, có thể tồn tại một số tình huống cháy nổ khác nhau. Do đó, tính toán sẽ được thực hiện cho riêng biệt từng gian nhà. Phương pháp "FRAME" sử dụng mỗi gian nhà trong công trình làm đơn vị cơ bản cho các tính toán.

Chỉ cần sau lần đầu tính toán bằng phương pháp FRAME, thì tất cả các điểm yếu hiện có sẽ được phơi bày và qua đó, các chuyên gia cháy nổ có thể cải thiện được tình trạng của cơ sở và đưa ra một thiết kế tốt cho hệ thống phòng cháy chữa cháy.

Một điều phải nhắc đến của phương pháp FRAME đó là việc có thể ước tính được tổn thất. Mối quan hệ giữa giá trị rủi ro cháy nổ (R) với mức thiệt hại có thể được đánh giá và dự kiến sau một tình huống cháy nổ. Tất nhiên là không phải bất kỳ tình huống cháy nổ nào đều dẫn tới kết quả là một sự thiệt hại nghiêm trọng [1]. Do vậy, chúng ta sẽ có một bảng thang đo về mối quan hệ giữa rủi ro cháy nổ R và mức độ thiệt hại (Bảng 1).

- Các định nghĩa và công thức cơ bản để tính toán: cho 3 đối tượng là tòa nhà và các tài sản bên trong, con người và hoạt động kinh doanh, sản xuất.

Bảng 1. Bảng thang đo về mối quan hệ giữa rủi ro cháy nổ và hành động thực hiện

Giá trị rủi ro cháy nổ R	Ghi chú	Hành động thực hiện
Lớn hơn 4,5	Rất cao (IV)	Cần thực hiện hành động khắc phục ngay lập tức
Từ 1,6 đến 4,5	Cao (III)	
Từ 1,0 đến 1,6	Trung bình (II)	Cần có kế hoạch thực hiện khắc phục
Nhỏ hơn 1,0	Thấp (I)	Có thể chấp nhận, duy trì các công tác

• Đối với tòa nhà và các tài sản bên trong

Rủi ro cháy nổ (R) được xác định bằng thương số của Rủi ro cháy nổ tiềm năng (P) với tích của Mức rủi ro cháy nổ chấp nhận được (A) và Mức độ phòng chống cháy nổ (D). Ta có công thức như sau:

$$R = P / (A * D) \quad (1)$$

Rủi ro cháy nổ tiềm năng (P) được xác định bằng tích số của hệ số tải trọng cháy (q), hệ số lan truyền (i), hệ số diện tích (g), hệ số tầng (e), hệ số thông gió (v) và hệ số tiếp cận/ di chuyển ra vào cơ sở (z). Ta có công thức như sau:

$$P = q * i * g * e * v * z \quad (2)$$

Mức rủi ro cháy nổ chấp nhận (A) được xác định bằng giá trị 1,6 trừ đi hệ số hoạt động chính, phụ và nguồn phát nhiệt (a), hệ số thời gian sơ tán (t) và hệ số thiệt hại tài sản (c). Ta có công thức như sau:

$$A = 1,6 - a - t - c \quad (3)$$

Mức độ phòng chống cháy nổ (D) được xác định bằng tích số của hệ số cấp nước (W), hệ số chữa cháy cấp cơ bản (N), hệ số chữa cháy cấp đặc biệt (S) và hệ số chống cháy (F). Ta có công thức như sau:

$$D = W * N * S * F \quad (4)$$

• Đối với con người

Rủi ro cháy nổ (R1) được xác định bằng thương số của Rủi ro cháy nổ tiềm tàng (P1) với tích của Mức rủi ro cháy nổ chấp nhận được (A1) và Mức độ phòng chống cháy nổ (D1). Ta có công thức như sau:

$$R1 = P1 / (A1 * D1) \quad (5)$$

Rủi ro cháy nổ tiềm năng (P1) được xác định bằng tích số của hệ số tải trọng cháy (q), hệ số lan truyền (i), hệ số tầng (e), hệ số thông gió (v) và hệ số tiếp cận/ di chuyển ra vào cơ sở (z). Ta có công thức như sau:

$$P1 = q * i * e * v * z \quad (6)$$

Mức rủi ro cháy nổ chấp nhận được (A1) được xác định bằng giá trị 1,6 trừ đi hệ số hoạt động chính, phụ và nguồn phát nhiệt (a), hệ số thời gian sơ tán (t) và hệ số môi trường (r). Ta có công thức như sau:

$$A1 = 1,6 - a - t - r \quad (7)$$

Mức phòng chống cháy nổ (D1) được xác định bằng tích của hệ số chữa cháy cấp cơ bản (N) và hệ số thoát nạn (U). Ta có công thức như sau:

$$D1 = N * U \quad (8)$$

• Đối với hoạt động kinh doanh, sản xuất:

Rủi ro cháy nổ (R2) được xác định bằng thương số của Rủi ro cháy nổ tiềm năng (P2) với tích của Mức rủi ro cháy nổ chấp nhận được (A2) và Mức độ phòng chống cháy nổ (D2). Ta có công thức như sau:

$$R2 = P2 / (A2 * D2) \quad (9)$$

Rủi ro cháy nổ tiềm năng (P2) được xác định bằng tích số của hệ số lan truyền (i), hệ số diện tích (g), hệ số tầng (e), hệ số thông gió (v) và hệ số tiếp cận/ di chuyển ra vào cơ sở (z). Ta có công thức như sau:

$$P2 = i * g * e * v * z \quad (10)$$

Mức rủi ro cháy nổ chấp nhận được (A2) được xác định bằng giá trị 1,6 trừ đi hệ số hoạt động chính, phụ và nguồn phát nhiệt (a), hệ số thiệt hại tài sản (c), hệ số phụ thuộc (d). Ta có công thức như sau:

$$A2 = 1,6 - a - c - d \quad (11)$$

Mức phòng chống cháy nổ (D2) được xác định bằng tích số của hệ số cấp nước (W), hệ số chữa cháy cấp cơ bản (N), hệ số chữa cháy cấp đặc biệt (S) và hệ số giải cứu (Y). Ta có công thức như sau:

$$D2 = W * N * S * Y \quad (12)$$

Dữ liệu của các hệ số trên được thu thập bằng cách thông qua quan sát, phỏng vấn, xem xét các dữ liệu tại các khu vực nghiên cứu và kết

hợp sử dụng các yếu tố phụ tác động và ảnh hưởng đến các hệ số chính gồm có hệ số phụ gồm hệ số q; i; g; e; v và z cho mức độ rủi ro cháy nổ tiềm năng (P), các hệ số phụ a, t, r, c và d cho mức độ rủi ro cháy nổ chấp nhận được (A) và các hệ số W; N; S, F, U và Y cho mức độ phòng chống cháy nổ.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Các nguy cơ cháy nổ trong lĩnh vực sản xuất cơ khí

Trên thực tế, mọi lĩnh vực, ngành nghề đều có những nguyên nhân chung dẫn đến cháy nổ như chập điện, hút thuốc... và có những nguyên nhân cháy nổ riêng biệt cho từng lĩnh vực như cháy nổ trong quá trình hàn cắt, phát sinh nhiệt và sơn của ngành sản xuất cơ khí.

• Chập điện

Là nguyên nhân phổ biến xảy ra ở các nhà máy. Một nghiên cứu của Trung tâm Khoa học và Công nghệ Cháy tại Mỹ chỉ ra rằng có tới 16% lý do cháy xảy ra là do điện [3]. Sử dụng nguồn điện quá tải dẫn đến cháy nổ dây dẫn điện, cầu chì. Chập điện là nguyên nhân khá phổ biến trong các vụ cháy nổ tại nhà máy, khu công nghiệp, chủ yếu là do dây điện hở, điện bị quá tải, đầu nối không đúng kỹ thuật..., gây ra nhiều vụ cháy nổ, để lại hậu quả đáng tiếc. Khi bộ phận cách điện bị hư hỏng, dòng điện tăng cao đột ngột gây nóng đường dây dẫn hay do hồ quang điện khi đóng cầu dao sinh ra. Một tình huống hay gặp phải nữa chính là tình trạng chập mạch, các đường dây dẫn bị hở, hư hỏng ở những vị trí góc khuất, không thường hay chú ý đến.

• Hút thuốc

Thường có bảng cấm hút thuốc được bố trí tại các khu vực sản xuất nhưng do việc tuân thủ nội quy của một số người lao động vẫn còn hạn chế và với nhận thức chủ quan, ý thức kém để đánh rơi tàn thuốc vẫn còn đang cháy xuống các vật liệu dễ bắt cháy. Không ít vụ việc đáng tiếc

đã xảy ra chỉ do ý thức của một vài cá nhân, do không kiểm soát được thói quen xấu dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng.

• Sử dụng các thiết bị điện không an toàn

Tại các nhà xưởng có sử dụng rất nhiều các thiết bị điện, nó có ở mọi nơi, mọi vị trí, có nhiều các thiết bị đặc biệt sử dụng nguồn điện mạnh để xảy ra cháy nổ. Các thiết bị máy móc trong sản xuất, đặc biệt là thiết bị sinh nhiệt gia nhiệt độ cao và thiết bị cơ khí tạo ma sát, nếu không vận hành đúng cách sẽ trở thành tác nhân gây cháy.

Bên cạnh đó, việc sử dụng sai cách, không kiểm tra kỹ nguồn điện trước khi sử dụng, làm rối loạn máy, thay đổi dòng điện đột ngột khiến cháy nổ xảy ra.

• Hóa chất

Có rất nhiều hóa chất được sử dụng trong các nhà xưởng và nhiều trong số đó rất dễ bắt lửa gây ra đám cháy lớn khó dập tắt. Những hóa chất thường xuất hiện và dễ gây cháy tại nhà xưởng như dầu, sơn, gas, xăng,... cần đặc biệt chú ý. Chất lỏng và khí dễ cháy thường là tác nhân kết hợp với những nguồn cháy, làm đám cháy lan nhanh chóng trên quy mô rộng, tăng thêm thiệt hại về người và tài sản.

• Hàn, cắt, mài gần nơi dễ cháy

Một nghiên cứu, phân tích các tai nạn cháy nổ liên quan đến hàn và cắt tại Hàn Quốc trong 5 năm qua đã đưa ra tỉ lệ phần trăm các chất gây ra tai nạn trong quá trình hàn cắt và tỉ lệ phần trăm những tai nạn đó xảy ra tại nhà máy chiếm 21,4%, cơ sở quân sự là 14,3%, đường xá và đường ống là 14,3%, và các tòa nhà là 14,3% [4]. Máy hàn hay các loại máy cắt thường tạo ra các mảnh vụn nóng có thể bị bắt lửa nếu không cẩn trọng. Có nhiều người khi làm việc với máy hàn, máy cắt không chú ý làm gần các nguồn điện, có các vật dụng dễ bắt lửa ở bên cạnh, tạo điều kiện thuận lợi để cho những mảnh vụn gây ra đám cháy.

Hàn cắt là công việc tạo ra tia lửa, cùng với vật liệu nóng chảy khiến nhiệt độ tăng cao, lên đến hơn 1.000°C cũng là nguyên nhân gây ra nhiều vụ cháy nổ trong sản xuất [2].

3.2. Kết quả đánh giá rủi ro cháy nổ

Phương pháp bán định lượng FRAME sẽ được áp dụng để phân tích và đánh giá các rủi ro cháy nổ tác động và ảnh hưởng đến con người, tài sản và thiệt hại và các hoạt động sản xuất như thế nào tại 9 khu vực chính đó là khu vực nhà văn phòng, khu chế tạo, khu buồng phun bi, khu vực sơn, khu vực sơn đậm, khu vực kho, khu vực xuất hàng, khu vực nhà xe và khu vực bảo vệ.

Để đánh giá được rủi ro cháy nổ thì chúng ta cần phải tìm được 3 hệ số chính đó là:

- P: Hệ số về rủi ro tiềm năng cháy nổ

- A: Hệ số về mức độ chấp nhận

- D: Hệ số về mức độ phòng ngừa của hệ thống PCCC tại cơ sở

- Và số thứ tự P, P1, P2; D, D1, D2; A, A1, A2 lần lượt biểu hiện cho các tác động đối với công trình và các yếu tố bên trong cơ sở đó; cho con người và cho hoạt động sản xuất kinh doanh.

Phần mềm Excel sẽ được sử dụng để hỗ trợ việc tính toán các hệ số và chúng ta có được các kết quả tại các khu vực như trong Bảng 2.

Ta có nhận xét sau:

- Đối với rủi ro cháy nổ về khía cạnh kết cấu và tài sản (R), ngoại trừ khu vực chế tạo có mức độ rủi ro cháy nổ trung bình (1,32) thì các khu vực còn lại đều ở mức rủi ro cháy nổ thấp dưới 1 và chấp nhận được.

- Đối với rủi ro cháy nổ về khía cạnh con người (R1) có mức rủi ro cháy nổ cụ thể là:

+ Tại khu vực chế tạo, phun bi, kho, sơn đậm có giá trị R1 lần lượt là 1,4; 1,36; 1,37; 1,14 có mức rủi ro cháy nổ lớn hơn 1 và dưới 1,6 nên được xem là mức rủi ro cháy nổ trung bình.

+ Tại khu vực sơn có giá trị R1 lần lượt là 2,18 nằm trong khoảng giá trị từ 1,6 đến 4,5 ở mức cao.

+ Các khu vực còn lại có mức rủi ro cháy nổ chấp nhận được.

- Đối với rủi ro cháy nổ về khía cạnh hoạt động sản xuất, kinh doanh, tất cả các khu vực gần đều ở mức độ rủi ro cháy nổ chấp nhận được ngoại trừ khu vực chế tạo là có mức rủi ro cháy nổ trung bình (1,13).

Từ những nhận xét trên ta có bảng tổng hợp đánh giá rủi ro cháy nổ tại các khu vực như Bảng 3.

Bảng 2. Kết quả đánh giá mức độ rủi ro cháy nổ tại các khu vực trong nhà máy

TT	Khu vực	R	R1	R2
1	Văn phòng	0,19	0,63	0,16
2	Chế tạo	1,32	1,4	1,13
3	Phun bi	0,12	1,36	0,14
4	Sơn	0,43	2,18	0,46
5	Kho	0,11	1,37	0,08
6	Sơn đậm	0,28	1,14	0,28
7	Xuất hàng	0,16	0,81	0,15
8	Bảo vệ	0,05	0,86	0,04
9	Nhà xe	0,1	0,84	0,1

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả đánh giá rủi ro cháy nổ tại các khu vực của nhà máy

TT	Xếp loại	Số lượng khu vực	Tỷ lệ %
1	Rất cao (IV)	0	0
2	Cao (III)	1 (Sơn)	11,2
3	Trung bình (II)	4 (Chế tạo, phun bi, kho, sơn đậm)	44,4
4	Thấp (I)	4 (Văn phòng, nhà xe, xuất hàng và bảo vệ)	44,4

3.3. Kết quả đánh giá rủi ro lại sau khi thực hiện đề xuất biện pháp kiểm soát công tác phòng cháy chữa cháy

Mức độ hiệu quả rõ rệt của các biện pháp được đề xuất tại các khu vực. Tại khu vực sơn, có mức độ rủi ro cháy nổ cao (2,18) sẽ dự kiến giảm xuống mức rủi ro cháy nổ chấp nhận được (0,37) và các khu vực có mức độ rủi ro cháy nổ trung bình như khu vực chế tạo, phun bi, kho và sơn đậm sẽ đạt mức độ rủi ro cháy nổ chấp nhận được sau khi thực hiện biện pháp. Các khu vực còn lại của nhà máy sẽ được cải thiện tốt hơn nữa về công tác phòng cháy chữa cháy. Tuy nhiên, do các biện pháp được đề xuất chủ yếu là mang tính thụ động giúp giảm ngăn ngừa tác động của sự cố nếu có xảy ra chứ chưa chủ động triệt tiêu hay giảm được mức độ rủi ro cháy nổ tiềm năng nên trong quá trình sản xuất các rủi ro cháy nổ vẫn còn nguyên. Do đó, ngoài các biện pháp trên thì nhà máy nên nghiên cứu thêm để thay thế hay nâng cấp quy trình công nghệ sản xuất.

Bảng 4. Kết quả đánh giá mức độ rủi ro cháy nổ dự kiến đạt được sau khi thực hiện các biện pháp đề xuất tại các khu vực trong nhà máy

TT	Khu vực	R	R1	R2
1	Văn phòng	0,08	0,23	0,07
2	Chế tạo	0,3	0,27	0,25
3	Phun bi	0,03	0,24	0,03
4	Sơn	0,07	0,37	0,07
5	Kho	0,03	0,38	0,02
6	Sơn đậm	0,1	0,2	0,09
7	Xuất hàng	0,04	0,18	0,04
8	Bảo vệ	0,01	0,19	0,01
9	Nhà xe	0,04	0,19	0,04

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 5. Bảng so sánh các giá trị của các mức độ rủi ro cháy nổ trước và sau khi thực hiện các biện pháp đề xuất

TT	Khu vực	R		R1		R2	
		Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau
1	Văn phòng	0,19	0,08	0,63	0,23	0,16	0,07
2	Chế tạo	1,32	0,3	1,4	0,27	1,13	0,25
3	Phun bi	0,12	0,03	1,36	0,24	0,14	0,03
4	Sơn	0,43	0,07	2,18	0,37	0,46	0,07
5	Kho	0,11	0,03	1,37	0,38	0,08	0,02
6	Sơn đậm	0,28	0,1	1,14	0,2	0,28	0,09
7	Xuất hàng	0,16	0,04	0,81	0,18	0,15	0,04
8	Bảo vệ	0,05	0,01	0,86	0,19	0,04	0,01
9	Nhà xe	0,1	0,04	0,84	0,19	0,1	0,04

4. KẾT LUẬN

Sau khi thực hiện nghiên cứu và đánh giá rủi ro cháy nổ theo phương pháp bán định lượng FRAME thì mức độ rủi ro cháy nổ thấp của cơ sở là tại các khu vực nhà văn phòng, nhà xe, khu xuất hàng và nhà bảo vệ. Tuy ở mức độ rủi ro cháy nổ trung bình tại khu vực chế tạo, phun bi, kho và sơn đậm nhưng với $R1 > 1$, đây là mức độ rủi ro cháy nổ không chấp nhận được vì liên quan đến tính mạng con người. Còn khu vực sơn, có mức độ rủi ro cháy nổ cao trên 2,0 và cao nhất so với các khu còn lại và cũng là rủi ro cháy nổ liên quan đến tính mạng con người. Nhìn chung, các rủi ro cháy nổ tại các khu vực chỉ tác động liên quan tới con người là chủ yếu, nhưng riêng khu vực chế tạo, mức độ rủi ro cháy nổ ảnh hưởng tới cả 3 khía cạnh về tài sản, con người và hoạt động.

Chúng ta thấy được tuy là đơn vị sản xuất kết cấu thép, nguồn nguyên vật liệu chủ yếu là sắt thép, ít có rủi ro cháy nổ gây cháy nổ nhưng tại khu vực làm việc còn tồn tại nhiều yếu tố gây cháy nổ, làm cho đám cháy lan truyền và gây khó khăn cho công tác chữa cháy, cứu hộ, cứu nạn. Quá trình đánh giá rủi ro cháy nổ cũng cho thấy được những thiếu sót, hạn chế trong công tác PCCC của nhà máy. Cũng như kết quả dự kiến đạt được sau khi thực hiện các biện pháp được đề xuất cho ra kết quả các khu vực ở mức độ rủi ro cháy nổ cao như khu vực sơn hay khu

vực có mức độ rủi ro cháy nổ trung bình như khu vực chế tạo đều thể hiện ở mức độ rủi ro cháy nổ thấp và chấp nhận được. Mặc dù, mức độ rủi ro tiềm năng vẫn đáng chú ý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Erik De Smet (2008), *FRAME 2008 Theoretical basis and technical reference guide*, Retrieved July 2, 2020, from Frame website: http://www.framemethod.net/indexen_html_files/FRAME2008TRG.pdf
- [2] Huỳnh Quang Tâm (2018), *Cháy, nổ do hàn cắt kim loại: Cảnh báo nhiều hiệu quả chưa cao*, truy cập ngày 5/7/2020, từ: http://www.pccc.hochiminhcity.gov.vn/web/guest/ban-can-biet?p_p.id=ext_articleview&p_p.lifecycle=0&p_p.col.id=center-top&p_p.col.pos=8&p_p.col.count=9&ext_articleview_groupId=10217&ext_articleview_articleId=893214&ext_articleview_version=1.0&ext_articleview_redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fhome
- [3] Su-kyung Lee, Jung-hoon Lee, & Dong-woo Song (2018), *Investigation of the LPG Gas Explosion of a Welding And Cutting Torch at a Construction Site*, Korean Chemical Engineering Research, 56(6), 811-818
- [4] Vytenis Babrauskas (2008), *Research on Electrical Fires: The State of the Art*, Fire Safety Science, 9(6), 3-18. DOI:10.3801/IAFSS.FSS.9-3.

TÌNH TRẠNG SỨC KHỎE TÂM THẦN Ở CÔNG NHÂN NHÀ MÁY SẢN XUẤT DA GIÀY TẠI MIỀN NAM, VIỆT NAM BẰNG BỘ CÂU HỎI DASS 21

TS. Phan Minh Trang

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

Tóm tắt:

Việt Nam có hơn 95 triệu dân trong đó có khoảng 34 triệu người ở lứa tuổi 25-40, là lứa tuổi khởi phát các triệu chứng tâm lý tâm thần như trầm cảm, rối loạn lo âu và căng thẳng, đặc biệt là ở nhóm nữ giới. Ngành công nghiệp da giày có lực lượng lao động nữ chiếm đa số, đặc điểm lao động có tiếp xúc với nhiệt độ cao và hơi dung môi hữu cơ là những yếu tố nguy cơ có liên quan đến sự xuất hiện các triệu chứng tâm lý tâm thần. Một nghiên cứu cắt ngang, sử dụng phương pháp phỏng vấn trực tiếp dựa vào bảng câu hỏi DASS 21, để thu thập thông tin về các triệu chứng tâm thần ở 425 công nhân da giày tại miền Nam, kết quả nghiên cứu cho thấy, tỉ lệ công nhân có triệu chứng rối loạn tâm lý tâm thần hành vi chiếm 20,3%, trong đó 9,9% công nhân có triệu chứng trầm cảm, 17,9% có triệu chứng rối loạn lo âu, và 7,3% có triệu chứng căng thẳng (stress).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay sức khỏe tâm thần đang trở thành yếu tố nguyên nhân hàng đầu gây nên tình trạng tàn tật ở con người và góp phần vào khoảng 40% các nguyên nhân. Tỉ lệ trầm cảm toàn cầu được ước tính khoảng 4,4%, trong đó với trầm cảm ở nữ giới là (5,1%) cao hơn nam giới (3,6%) [1]. Từ năm 2005 đến 2015, bệnh nhân mắc bệnh trầm cảm tăng 18,4% [2]. Các vấn đề sức khỏe tâm lý tâm thần đang ngày càng tăng và trở thành gánh nặng bệnh tật tác động đến sự phát triển kinh tế văn hóa xã hội tại Việt Nam. Một nghiên cứu về sức khỏe tâm thần có liên quan đến 10 bệnh tâm thần phổ biến tại Việt Nam được tiến hành năm 2010 đã cho kết luận rằng, 14,9% dân số khoảng 14 triệu người Việt Nam phải chịu đựng các vấn đề sức khỏe tâm lý tâm thần như trầm cảm, rối loạn lo âu, tâm thần phân liệt, nghiện rượu, nghiện thuốc kích thích [3].

Ngành công nghiệp da giày ở Việt Nam còn khá non trẻ so với một số ngành công nghiệp khác, nhưng lại thu hút rất nhiều lao động đặc biệt là lao động nữ ở các thành phố lớn điển hình như thành phố Hồ Chí Minh. Là ngành công nghiệp đã và đang phát triển ngày càng vững mạnh, mang lại nguồn lợi nhuận rất cao về kinh tế, đồng thời cũng góp phần làm gia tăng tỉ lệ bệnh liên quan đến nghề nghiệp. Do ở một số công đoạn sản xuất có sử dụng các nguyên liệu làm phát sinh nhiệt độ cao, hơi khí độc, cùng với điều kiện lao động không thuận lợi đã ảnh hưởng không nhỏ đến sức khỏe người lao động. Thế nhưng cho đến nay, hầu như chưa có nhiều nghiên cứu về gánh nặng sức khỏe tâm lý tâm thần của công nhân ngành công nghiệp da giày tại Việt Nam. Do vậy, nghiên cứu và đánh giá rối loạn tâm lý tâm thần ở người lao động và các yếu tố nguy cơ tại nơi làm việc, nhất là từ môi

Kết quả nghiên cứu KHCVN

trường lao động trong ngành công nghiệp da giày là rất cần thiết. Điều này cho phép các nhà quản lý sức khỏe có thể xây dựng các chương trình nâng cao sức khỏe tâm lý tâm thần nhằm bảo vệ dân số có nguy cơ, và cải thiện sức khỏe người lao động tại nơi làm việc.

Bộ câu hỏi DASS 21 là một trong những thử nghiệm để sàng lọc các triệu chứng tâm lý tâm thần trong cộng đồng phổ biến tại nhiều quốc gia trên thế giới, trong đó có các quốc gia Đông Nam Á như Indonesia, Malaysia, Thái Lan [4],[5]. Việt Nam cho đến nay đã ứng dụng rộng rãi bộ DASS 21 để đánh giá sàng lọc stress, trầm cảm, rối loạn lo âu [6]. Theo báo cáo của nhóm nghiên cứu chuẩn hóa bộ DASS 21 bản Việt hóa kết luận rằng, bộ công cụ có độ tin cậy khá cao được thể hiện trong nghiên cứu về tình trạng rối loạn sức khỏe tâm thần ở nữ giới tại các vùng nông thôn phía Bắc, với Cronbach's alpha từ 0,70 đến 0,77 thuộc 3 mức độ và 0,88 cho toàn mẫu [7].

Với mục tiêu ước tính tỉ lệ rối loạn tâm lý tâm thần bao gồm trầm cảm, rối loạn lo âu, và stress ở công nhân ngành công nghiệp da giày tại miền Nam, Việt Nam, trong nghiên cứu này bộ công cụ DASS 21 được sử dụng để sàng lọc chẩn đoán các triệu chứng tâm thần ở người lao động.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu: theo phương pháp điều tra mô tả cắt ngang, được tiến hành năm 2019.

Dựa theo một nghiên cứu cắt ngang được tiến hành tại miền Bắc, Việt Nam năm 2012 với 420 công nhân đang làm việc trong ngành công nghiệp giày, có 18,8% công nhân có dấu hiệu trầm cảm (8). Do vậy, chọn $p = 18,8\%$, $d = 0,05$, $\alpha = 5\% \rightarrow Z^2_{1-\alpha/2} = 1,96 \rightarrow n = Z^2_{(1-\alpha/2)} p(1-p)/d^2 = 235$. Như vậy, tổng số mẫu tối thiểu cần được nghiên cứu là 235 công nhân. Trên thực tế, đề tài đã chọn toàn bộ 425 công nhân của các phân xưởng thuộc nhà máy giày tại thành phố Hồ Chí Minh vào mẫu nghiên cứu.

Thu thập thông tin và tính tỉ lệ hiện mắc các triệu chứng tâm lý tâm thần bao gồm stress, trầm

cảm và rối loạn lo âu ở công nhân; và các biến số khác như tuổi, giới, tình trạng gia đình, học vấn,...

Biến số về sức khỏe tâm lý tâm thần được thu thập bằng phỏng vấn sàng lọc ở công nhân bằng bộ câu hỏi DASS 21 được chuẩn hóa tiếng Việt. DASS 21 đo đặc mức độ về trầm cảm, rối loạn lo âu, và stress trên cộng đồng, là những dấu hiệu xuất hiện trong tuần trước khi được phỏng vấn, gồm 4 mức độ điểm tương ứng từ nhẹ đến nặng với các mức độ rối loạn mà người được hỏi cảm nhận (6). Trầm cảm được ghi nhận về sự tuyệt vọng, mất ý nghĩa cuộc sống, giảm khả năng, và cạn kiệt năng lượng; rối loạn lo âu được đánh giá qua các hoạt động thể chất, các triệu chứng thực thể có liên quan đến hoạt động tự nhiên của cơ thể về sinh lý học như khó thở, ra mồ hôi tay, ...; và stress cũng được đo kiểm qua các dấu hiệu mãn tính như trải qua sự căng thẳng, mất khả năng kiểm soát, hoặc bối rối lo sợ.

3. KẾT QUẢ VỀ SỨC KHỎE TÂM LÝ TÂM THẦN Ở CÔNG NHÂN NHÀ MÁY DA GIÀY

3.1. Đặc điểm về dân số nghiên cứu

Bảng 1. Đặc điểm nhóm công nhân được chọn vào mẫu nghiên cứu

Đặc điểm	Tần số (tỉ lệ%)
Tổng số công nhân	425
Giới tính	
Nữ	399 (93,9%)
Nam	26 (6,1%)
Tuổi trung bình (năm)	32 ± 8,2
Tình trạng hôn nhân	
Độc thân	208 (44,24%)
Kết hôn	222 (52,24%)
Li dị	14 (3,29%)
Góa	1 (0,24%)
Trình độ học vấn	
Mù chữ	86 (20,23%)
Cấp 1	111 (26,12%)
Cấp 2	138 (32,47%)
Cấp 3	85 (20%)
Cao đẳng	5 (1,18%)

Kết quả nghiên cứu được thực hiện vào năm 2019 trên 425 công nhân có độ tuổi trung bình là $32 \pm 8,22$ trong khoảng tuổi từ 18 đến 53. Trong đó, có 93,88% công nhân nữ và 6,12% công nhân nam cùng với 57,69% công nhân đã lập gia đình. Ngoài ra, 1,88% công nhân không được đi học, 18,35% học cấp 1, 26,12% học cấp 2, 32,47% học cấp 3, và 21,18% học trung cấp và cao đẳng.

3.2. Tỷ lệ của các triệu chứng rối loạn tâm lý tâm thần ở công nhân tham gia nghiên cứu

Sau khi phỏng vấn bằng bộ câu hỏi DASS 21, kết quả cho thấy, tỷ lệ công nhân có các triệu chứng về rối loạn tâm lý tâm thần chiếm 20,3%, trong đó công nhân có triệu chứng trầm cảm chiếm 9,9%, có triệu chứng rối loạn lo âu chiếm 17,9%, có triệu chứng stress chiếm 7,3% (Bảng 2).

Bảng 2. Tỷ lệ xuất hiện các triệu chứng tâm thần ở công nhân tham gia nghiên cứu

Triệu chứng rối loạn sức khỏe tâm thần	Tần số	Tỷ lệ (%)
Triệu chứng tâm thần chung	87	20,3
Trầm cảm	42	9,9
Rối loạn lo âu	76	17,9
Stress	31	7,3

Công nhân ở nhóm tuổi trên 40 có tỷ lệ xuất hiện các triệu chứng tâm thần cao hơn nhóm công nhân từ 18-40 tuổi. Những người lao động có trình độ học vấn cấp 1 hay đã kết hôn thì có các triệu chứng tâm thần cao hơn các nhóm khác (Bảng 3).

4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu được tiến hành vào năm 2019 với công cụ thu thập số liệu là bộ câu hỏi DASS 21 được chuẩn hóa tiếng Việt. Bằng phương pháp phỏng vấn trực tiếp 425 công nhân đang làm việc tại nhà máy sản xuất da giày thuộc khu vực miền Nam, Việt Nam. Thông tin từ (Bảng 1) cho thấy rằng công nhân có độ tuổi trung bình là $32 \pm 8,2$ trong khoảng tuổi từ 18 đến 53 bao gồm 93,88% công nhân nữ và 6,12% công nhân nam, cùng với 57,69% công nhân đã lập gia đình.

Sau khi phỏng vấn trực tiếp công nhân bằng bộ câu hỏi DASS 21, kết quả thể hiện công nhân có các triệu chứng về sức khỏe tâm lý tâm thần chiếm 20,3% bao gồm công nhân có triệu chứng trầm cảm chiếm 9,9%, và có triệu chứng rối loạn lo âu chiếm 17,9% (Bảng 2). Khi so sánh kết quả nghiên cứu với các nghiên cứu khác trên thế giới và Việt Nam cũng gợi ý rằng tỷ lệ trầm cảm và rối loạn lo âu ở công nhân cao hơn dân số chung.

Bảng 3. Tỷ lệ xuất hiện các triệu chứng tâm thần ở công nhân được phân loại theo tuổi, trình độ học vấn, và tình trạng hôn nhân

Tuổi					
Tỉ lệ công nhân	Tuổi 18 - 40			Tuổi trên 40	
Stress (%)	1,2			6,1	
Trầm cảm (%)	3,3			6,6	
Rối loạn lo âu (%)	3,4			14,5	
Trình độ học vấn					
	Mù chữ	Cấp 1	Cấp 2	Cấp 3	Đại học
Stress (%)	1,9	4,24	0,24	0,92	0
Trầm cảm (%)	3,1	3,3	1,6	1,9	0
Rối loạn lo âu (%)	3,8	5,2	4	4,5	0,4
Tình trạng hôn nhân					
	Độc thân	Kết hôn	Ly dị	Góa	
Stress (%)	1,6	5,2	0,5	0	
Trầm cảm (%)	2,9	6,3	0,7	0	
Rối loạn lo âu (%)	8	8,9	1	0	

Điều này có thể do góp phần của yếu tố nguyên nhân liên quan đến nghề nghiệp như tiếp xúc dung môi hữu cơ, nhiệt độ cao, ồn,... làm tăng nguy cơ về rối loạn tâm lý tâm thần hành vi ở công nhân trong đó có các biểu hiện về trầm cảm và rối loạn lo âu [1]. Tại Việt Nam, một nghiên cứu quốc gia dựa vào cộng đồng ở nhóm tuổi từ 14 – 25, kết quả cho thấy có đến 32% đối tượng có cảm giác buồn trong cuộc sống, trong số đó 25% đối tượng cảm thấy quá buồn và tuyệt vọng với cuộc sống của mình không muốn hòa nhập với cuộc sống thật với những hoạt động thường ngày [9]. Trong nghiên cứu này, nhóm công nhân trên 40 có các triệu chứng tâm thần cao hơn nhóm công nhân có tuổi từ 18-40. Ngoài ra, những người có trình độ học vấn cấp 1 hay nhóm lao động đã kết hôn thì xuất hiện các triệu chứng tâm thần cao hơn các nhóm lao động khác (Bảng 3). Điều này có thể một phần được giải thích bởi số lượng công nhân ở nhóm học cấp 1 hay công nhân đã lập gia đình chiếm tỉ lệ cao nhất trong dân số nghiên cứu được khảo sát.

Trong lĩnh vực sức khỏe nghề nghiệp, những vấn đề sức khỏe của người lao động có liên quan đến tâm lý tâm thần liên quan đến nghề nghiệp, thường được xem như gánh nặng tinh thần có liên quan đến nghề nghiệp hay còn gọi là gánh nặng nghề nghiệp. Một trong những yếu tố nguyên nhân có liên quan đến gánh nặng nghề nghiệp là môi trường lao động nghèo nàn như nhiệt độ cao, hơi hoá chất độc hại, bụi, ồn,... mà công nhân phải phơi nhiễm. Đối với người lao động những vấn đề sức khỏe tâm thần sẽ làm giảm khả năng lao động nổi bật là trầm cảm, nghiện rượu, rối loạn lo âu là thường gặp nhất [10]. Một số nghiên cứu trong lĩnh vực sức khỏe môi trường và nghề nghiệp tại Australia và một số quốc gia vùng Đông Nam Á như Việt Nam cũng chứng minh rằng, việc tiếp xúc với môi trường lao động nóng sẽ gây ra sự giảm sút về năng suất lao động, mất thu nhập, và ảnh hưởng đến các hoạt động xã hội sinh hoạt thường ngày của người lao động [11],[12]. Ở Mỹ, trường đại học Harvard đã nghiên cứu cho thấy có khoảng 6,4% công nhân có dấu hiệu trầm cảm trong dân số lao động [13]. Kết quả nghiên cứu của chúng

tôi có tỉ lệ trầm cảm ở công nhân cao hơn so với nghiên cứu tại Hoa Kỳ với tỉ lệ trầm cảm từ 7% đến 9,9%. Trầm cảm ở công nhân sẽ ảnh hưởng không chỉ đến sức khỏe, chất lượng cuộc sống mà còn ảnh hưởng đến năng suất lao động và dễ bị chấn thương trong quá trình lao động. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu này thấp hơn kết quả nghiên cứu gần đây ở Hải Phòng, Việt Nam năm 2012 với cỡ mẫu 420 công nhân ngành giấy đã cho thấy, có khoảng 18,8% công nhân có tỉ lệ hiện mắc bệnh trầm cảm và các yếu tố nghi ngờ liên quan đến trầm cảm này bao gồm các yếu tố nguy cơ liên quan đến tổ chức và cường độ lao động [8]. Nghiên cứu tại Hải Phòng vẫn chưa báo cáo về mối liên quan giữa trầm cảm và các yếu tố nguy cơ từ môi trường lao động. Kết quả nghiên cứu hiện tại cũng thấp hơn rất nhiều so với nghiên cứu tại Trung Quốc [14],[15]. Các nghiên cứu về sức khỏe tâm thần tại Trung Quốc xuất hiện cả hai khu vực sản xuất với quy mô lớn, quy mô vừa và nhỏ, trong đó ở khu vực sản xuất vừa và nhỏ có tỉ lệ mắc bệnh tâm thần cao hơn. Các vấn đề sức khỏe tâm thần trong cộng đồng người lao động ở 6 tỉnh của Trung Quốc cho thấy tỉ lệ trầm cảm chiếm 50% trong công nhân [14]. Báo cáo cũng kết luận rằng, môi trường lao động góp phần không nhỏ là yếu tố nguy cơ gây bệnh trầm cảm như công nhân phải tiếp xúc với các yếu tố nguy cơ vật lý, hóa học trong môi trường lao động tại nơi làm việc [14],[15].

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Như vậy tỉ lệ trầm cảm, stress và rối loạn lo âu ở công nhân ngành công nghiệp da giày trong nghiên cứu này cao hơn ước tính trong dân số chung tại Việt Nam là khoảng 5% [9]. Vì đây là ngành công nghiệp có dân số lao động rất đông chiếm khoảng 2,5 triệu công nhân và chủ yếu là lao động nữ, do vậy cần xây dựng các chương trình nâng cao sức khỏe tinh thần tại nơi làm việc, chẩn đoán sớm các triệu chứng tâm lý tâm thần cho công nhân theo định kỳ, nhằm phát hiện và điều trị sớm cho người lao động. Điều này sẽ giúp hạn chế tối đa sự xuất hiện các triệu chứng mãn tính hay nặng hơn các rối loạn tâm thần như stress, trầm cảm, rối loạn lo âu để nâng cao chất

lượng sức khỏe cho công nhân, đồng thời nâng cao năng suất lao động và hạn chế tai nạn lao động cho công nhân ngành da giày nói riêng và các ngành công nghiệp nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. WHO (2017), *Depression and Other Common Mental Disorders - Global Health Estimates*, Cited by 20 Nov 2017.
- [2]. *Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015*. Lancet. 2016;388(10053):1545-602.
- [3]. Marcus M, Yasamy MT, van Ommeren M, Chisholm D, Saxena S (2012), *Depression a global public health concern*, WHO Department of Mental Health and Substance Abuse. Geneva, Switzerland: World Federation for Mental Health; pp. 1418. Available from: www.who.int/mental_health/en/ [cited 11 March 2015].
- [4]. Rao S, Ramesh N. (2015), *Depression, anxiety and stress levels in industrial workers: A pilot study in Bangalore, India*, Industrial psychiatry journal; 24(1):23-8.
- [5]. Ratanasiripong P, Kaewboonchoo O, Bell E, Haigh C, Susilowati I, Isahak M, et al. (2016), *Depression, Anxiety and Stress among Small and Medium Enterprise Workers in Indonesia, Malaysia, Thailand, and Vietnam*, 13-29 p.
- [6]. Ratanasiripong PK, Orawan & Bell, Edith & Haigh, Charlotte & Susilowati, Indri & Isahak, Marzuki & Harncharoen, Kitiphong & Nguyen, Toai & Low, Wah Yun. (2016), *Depression, Anxiety and Stress among Small and Medium Enterprise Workers in Indonesia, Malaysia, Thailand, and Vietnam*, International Journal of Occupational Health & Public Health Nursing. 3. 13-29.
- [7]. Tran TD, Tran T, Fisher J. (2013), *Validation of the depression anxiety stress scales (DASS) 21 as a screening instrument for depression and anxiety in a rural community-based cohort of northern Vietnamese women*, BMC psychiatry; 13:24.
- [8]. Minh KP (2014), *Work-related depression and associated factors in a shoe manufacturing factory in Haiphong City, Vietnam*. International journal of occupational medicine and environmental health; 27(6):950-8.
- [9]. Vuong DA, Van Ginneken E, Morris J, Ha ST, Busse R. (2011), *Mental health in Vietnam: Burden of disease and availability of services*. Asian journal of psychiatry; 4(1):65-70.
- [10]. Sanderson K, Andrews G (2006), *Common mental disorders in the workforce: recent findings from descriptive and social epidemiology*, Canadian journal of psychiatry Revue canadienne de psychiatrie; 51(2):63-75.
- [11]. McInnes JA, MacFarlane EM, Sim MR, Smith P. (2018), *The impact of sustained hot weather on risk of acute work-related injury in Melbourne, Australia*, International journal of biometeorology; 62(2):153-63.
- [12]. Kjellstrom T, Lemke B, Otto M. (2017), *Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change*, WHO South-East Asia journal of public health; 6(2):15-21.
- [13]. Kessler RC, Akiskal HS, Ames M, Birnbaum H, Greenberg P, Hirschfeld RM, et al. (2006), *Prevalence and effects of mood disorders on work performance in a nationally representative sample of U.S. workers*, The American journal of psychiatry; 163(9):1561-8.
- [14]. Zeng Z, Guo Y, Lu L, Han L, Chen W, Ling L (2014), *Mental health status and work environment among workers in small- and medium-sized enterprises in Guangdong, China-a cross-sectional survey*, BMC public health; 14:1162.
- [15]. Ren F, Yu X, Dang W, Niu W, Zhou T, Lin Y, et al. (2018), *Depressive symptoms in Chinese assembly-line migrant workers: A case study in the shoe-making industry*. Asia-Pacific psychiatry: official journal of the Pacific Rim College of Psychiatrists; :e12332.

MỐI LIÊN QUAN GIỮA TIẾP XÚC NHIỆT ĐỘ CAO KẾT HỢP DUNG MÔI HỮU CƠ VÀ CÁC TRIỆU CHỨNG TRẦM CẢM, RỐI LOẠN LO ÂU, STRESS Ở CÔNG NHÂN NGÀNH DA GIẦY

TS. Phan Minh Trang

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

Tóm tắt:

Công nhân làm việc trong ngành công nghiệp giấy da có nhiều nguy cơ mắc bệnh nghề nghiệp cả thể chất và tinh thần, do trong môi trường lao động có tiếp xúc với nhiều yếu tố nguy cơ điển hình là nhiệt độ cao và hơi dung môi hữu cơ. Một nghiên cứu cắt ngang kết hợp đo môi trường lao động bao gồm nhiệt độ cao và hơi dung môi hữu cơ, với phỏng vấn trực tiếp trên 425 công nhân ngành công nghiệp giấy bằng công cụ chẩn đoán sàng lọc các triệu chứng tâm thần là DASS 21, để tìm hiểu các triệu chứng tâm thần ở công nhân và các yếu tố nguy cơ có liên quan. Qua phân tích thống kê kết quả cho thấy, có mối liên quan giữa tiếp xúc giữa nhiệt độ cao và hơi dung môi hữu cơ, gây ra nguy cơ xuất hiện các triệu chứng tâm lý tâm thần ở công nhân ngành da giày cao. Trong đó, nhóm công nhân tiếp xúc với yếu tố nguy cơ là dung môi hữu cơ và nhiệt độ cao có các triệu chứng trầm cảm và căng thẳng cao hơn nhóm không tiếp xúc với $OR=1,21$ ($0,92 - 1,59$) và $1,34$ ($1 - 1,78$) tương ứng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hơi dung môi hữu cơ được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp sản xuất da giày, đặc biệt trong keo dán giày ở giai đoạn quét keo và dán giày. Dung môi hữu cơ là hợp chất thơm dùng để pha chế keo dán, được sử dụng trong ngành giày là methyletyl ketone (MEK), acetone, ... Đây là loại dung môi dễ bay hơi, có khả năng gây ngộ độc cấp tính và mãn tính đối với người tiếp xúc, đặc biệt tác hại trên hệ thần kinh trung ương [1],[2]. Các nghiên cứu dịch tễ học về mối liên quan giữa tiếp xúc dung môi hữu cơ và các vấn đề sức khỏe tâm lý tâm thần bao gồm các rối loạn được biểu hiện qua sự biến đổi có thể hồi phục của các triệu chứng lâm sàng chủ quan ở công nhân như mệt mỏi, kích thích, giảm trí nhớ,

nhiều thay đổi kéo dài của cá tính hay tâm trạng như rối loạn cảm xúc, giảm khả năng kiểm soát hay động lực phát triển, hoặc giảm khả năng trí tuệ như giảm sự tập trung, giảm trí nhớ hay năng lực học tập [3],[4],[5],[6].

Một số nghiên cứu trong ngành da giày tại Việt Nam đã được thực hiện nhiều năm qua cho thấy, tác giả Nguyễn Thị Minh Ngọc năm 1998 đã nghiên cứu ảnh hưởng của dung môi hữu cơ đến hệ thần kinh ở công nhân ngành sản xuất giày và đã tìm ra 6 loại dung môi trong vùng thở của công nhân như benzen, toluen, xylen, dicloetylen, dicloetan, tricloetan. Giá trị tiếp xúc với hỗn hợp các chất dung môi hữu cơ trong khoảng từ 0,32 – 1,55, trong đó có 2 nhóm vượt quá tiêu chuẩn cho phép 1,43 và 1,55. Ngoài ra,

kết quả các test phản xạ đơn giản tăng 7,3% ($P < 0,01$), khả năng nhớ ngắn hạn giảm ($P < 0,05$), triệu chứng đau đầu chiếm 81%, khó nhớ chiếm 42%, dễ nổi cáu chiếm 61,3% ($P < 0,001$) [7].

Gần đây, một nghiên cứu ở Hải Phòng Việt Nam năm 2012 với cỡ mẫu 420 công nhân ngành giấy cũng cho thấy, có khoảng 18,8% công nhân có tỉ lệ hiện mắc bệnh trầm cảm và các yếu tố nghi ngờ liên quan đến trầm cảm này bao gồm yêu cầu lao động tập trung cao (OR = 3,0, 95% CI: 1,1–8,3), hỗ trợ xã hội thấp (OR = 4,7, 95% CI: 1,2–12,8), không đủ phương tiện bảo vệ (OR = 4,1, 95% CI: 2,2–10,1) và vắng mặt lao động (OR = 6,2, 95% CI: 2,5–18,9) [8].

Tuy nhiên, ở Việt Nam, các nghiên cứu về sức khỏe tâm lý tâm thần nói chung và bệnh trầm cảm, stress, rối loạn lo âu nói riêng trong dân số lao động công nghiệp còn rất hạn chế, mặc dù những công nhân này đã đang và sẽ góp phần quan trọng trong sự phát triển kinh tế xã hội ở Việt Nam. Do vậy, nghiên cứu và đánh giá rối loạn tâm lý tâm thần ở người lao động và các yếu tố nguy cơ tại nơi làm việc, nhất là môi trường lao động với hơi dung môi, nhiệt độ cao trong ngành công nghiệp da giày là rất cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, KỸ THUẬT SỬ DỤNG

2.1. Thiết kế nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu:

Là nghiên cứu cắt ngang trên các đối tượng công nhân đang làm việc trong ngành da giày tại TpHCM.

2.2. Cỡ mẫu nghiên cứu:

Cỡ mẫu và kỹ thuật chọn mẫu: Một nghiên cứu tại Hải Phòng Việt Nam về tỉ lệ trầm cảm ở công nhân ngành da giày, kết quả cho thấy có đến 18,8% công nhân có các triệu chứng trầm cảm [8]. Do vậy, trong nghiên cứu này chọn $p = 18,8\%$.

Thêm vào đó, với $d = 0,05$, $\alpha = 5\% \rightarrow Z_{1-\alpha/2} = 1,96$, nên cỡ mẫu nghiên cứu cần thiết là $n =$

$$Z^2_{(1-\alpha/2)} p(1-p)/d^2 = 235 \text{ công nhân}$$

Các số liệu về môi trường lao động là nhiệt độ cao, dung môi hữu cơ bao gồm MEK, Acetone, và MEK kết hợp Acetone được đo đạc, phân tích và đánh giá như là các nguy cơ có liên quan đến sức khỏe tâm lý tâm thần ở công nhân.

Dựa vào quy trình sản xuất để lựa chọn mẫu nghiên cứu được chia thành hai nhóm có tiếp xúc với dung môi hữu cơ tại các khâu in, quét keo, sấy, dán đế giày và không tiếp xúc với yếu tố nguy cơ hơi dung môi hữu cơ tại các khâu may, kiểm tra giày hoàn tất, vệ sinh, và đóng gói.

2.3. Thu thập số liệu

Các biến số:

- Biến số tiếp xúc: công nhân tiếp xúc với nhiệt độ cao ($\geq 31^\circ\text{C}$), hơi dung môi hữu cơ (chủ yếu là MEK và Acetone) tại nơi làm việc; công nhân không tiếp xúc với yếu tố nguy cơ là hơi dung môi hữu cơ và nhiệt độ $\leq 30^\circ\text{C}$.

- Biến số hậu quả: rối loạn tâm lý tâm thần bao gồm trầm cảm, stress và rối loạn lo âu.

- Các biến số khác: tuổi, giới, tình trạng gia đình, học vấn, kinh tế xã hội,...

Thu thập thông tin về sức khỏe tâm lý tâm thần:

- + Biến số các thông tin về sức khỏe tâm lý tâm thần được thu thập bằng phỏng vấn sàng lọc phát hiện các triệu chứng liên quan đến trầm cảm, stress, rối loạn lo âu ở công nhân bằng bộ câu hỏi DASS 21 được chuẩn hóa tiếng Việt. DASS 21 là công cụ được chuẩn hóa và được sử dụng tại nhiều quốc gia trong đó có Việt Nam, nhằm đo đặc mức độ về trầm cảm, rối loạn lo âu, và stress trên cộng đồng, là những dấu hiệu xuất hiện trong tuần trước khi được phỏng vấn, gồm 4 mức độ điểm tương ứng từ nhẹ đến nặng với các mức độ rối loạn mà người được hỏi cảm nhận [9]. Trầm cảm được đo bởi mức độ về sự tuyệt vọng, mất ý nghĩa cuộc sống, giảm khả năng, và cạn kiệt năng lượng. Trong khi đó, tình trạng rối loạn lo âu được đánh giá qua các hoạt

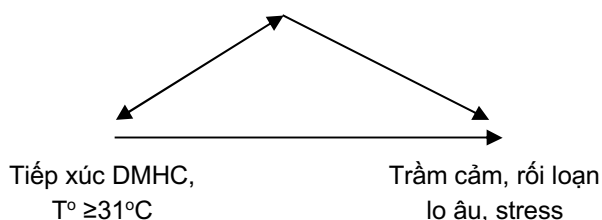
Kết quả nghiên cứu KHCN

động thể chất, các triệu chứng thực thể có liên quan đến hoạt động tự nhiên của cơ thể về sinh lý học như khó thở, ra mồ hôi tay,... Ngoài ra stress cũng được đo kiểm qua các dấu hiệu mãn tính như trải qua sự căng thẳng, mất khả năng kiểm soát, hoặc bối rối lo sợ.

- Thu thập thông tin chung đối tượng được phỏng vấn bằng bảng câu hỏi cá nhân tự thiết kế, để tìm kiếm các thông tin về tuổi, giới, tình trạng gia đình, học vấn, tiền sử gia đình, việc dùng thuốc,... có thể là yếu tố gây nhiễu hoặc tương tác với yếu tố tiếp xúc.

- Phân tích số liệu với phân tích đơn biến và đa biến mối liên quan giữa tiếp xúc hơi dung môi hữu cơ, nhiệt độ cao và các vấn đề sức khỏe như các triệu chứng liên quan đến trầm cảm, stress và rối loạn lo âu bằng hồi quy logistic để ước tính OR và khoảng tin cậy 95%.

Tuổi, giới, tình trạng gia đình, học vấn, tiền sử gia đình mắc bệnh tâm thần, yếu tố kinh tế xã hội...



3. KẾT QUẢ

Kết quả Bảng 1 cho thấy nhiệt độ, ẩm độ, và tốc độ gió tại thời điểm khảo sát cả trong khu vực hoạt động của nhà máy và ngoài trời không vượt quá tiêu chuẩn cho phép (TCVN 2016). Tuy nhiên, khu vực quét keo, dán đế, thành hình có nhiệt độ luôn cao hơn 30°C so với khu vực QC, may, chỉnh lý với nhiệt độ dưới 30°C.

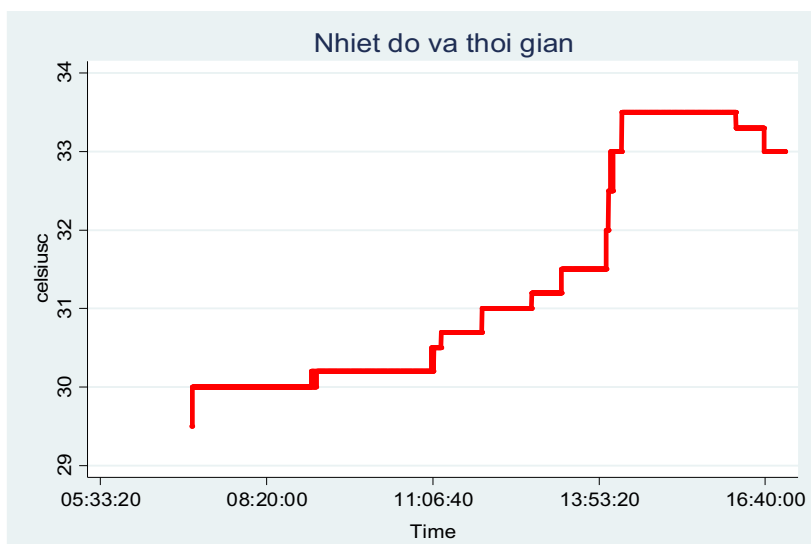
Nhiệt độ tăng dần trong suốt 8 giờ ca lao động, trong đó thời điểm nhiệt độ tăng cao nhất là từ 14h đến 16h với nhiệt độ trung bình là 33,5°C (Hình 1). Như vậy, thời điểm tiến hành khảo sát môi trường lao động, nhiệt độ tại khu vực quét keo cao hơn tiêu chuẩn cho phép của Việt Nam là dưới 32°C (TCVN 2016).

MEK và Aceton là loại dung môi dễ bay hơi, có khả năng gây ngộ độc cấp tính và mãn tính đối với người tiếp xúc, đặc biệt tác hại trên hệ thần kinh trung ương. Trong nghiên cứu này, kết quả đo đạc tại Bảng 2 cho thấy, nồng độ các chất dung môi hữu cơ chưa vượt quá tiêu chuẩn Việt Nam cho phép (Tiêu chuẩn 3733/BYT).

Nhóm không tiếp xúc có tuổi đời trẻ hơn và học vấn cao hơn so với nhóm phơi nhiễm với yếu tố nguy cơ DMHC và nhiệt độ cao (Bảng 3).

Bảng 1. Kết quả vi khí hậu tại nhà máy sản xuất giày được khảo sát năm 2019

Các chỉ tiêu Khu vực	Nhiệt độ (T°)	Độ ẩm (H%)	Tốc độ gió (m/s)
QC	29,89 ± 0,7	70,36 ± 4,1	0,44 ± 0,1
Chỉnh lý	29,65 ± 1,6	67,87 ± 9,9	0,39 ± 0,1
Chuẩn bị	30,65 ± 0,8	61,18 ± 7,7	0,65 ± 0,4
May	29,65 ± 0,9	61,23 ± 3	0,51 ± 0,2
Rửa/ép/mài đế	31,04 ± 0,7	62,61 ± 8,2	0,42 ± 0,1
Quét keo thành hình	31,97 ± 1,1	60,71 ± 7,1	0,4 ± 0,14
Máy ép cao tầng	31 ± 0,98	58,23 ± 5,6	0,34 ± 0,1
Khác	29,93 ± 1,4	68,51 ± 10,9	0,4 ± 0,1
Ngoài trời 8h – 9h	29,8	56,8	0,4 – 0,7
QCVN 2016/BYT	18 - 32	40 - 80	0,2 – 1,5



Hình 1. Nhiệt độ tại khu vực quét keo được đo liên tục trong 8 giờ ca lao động

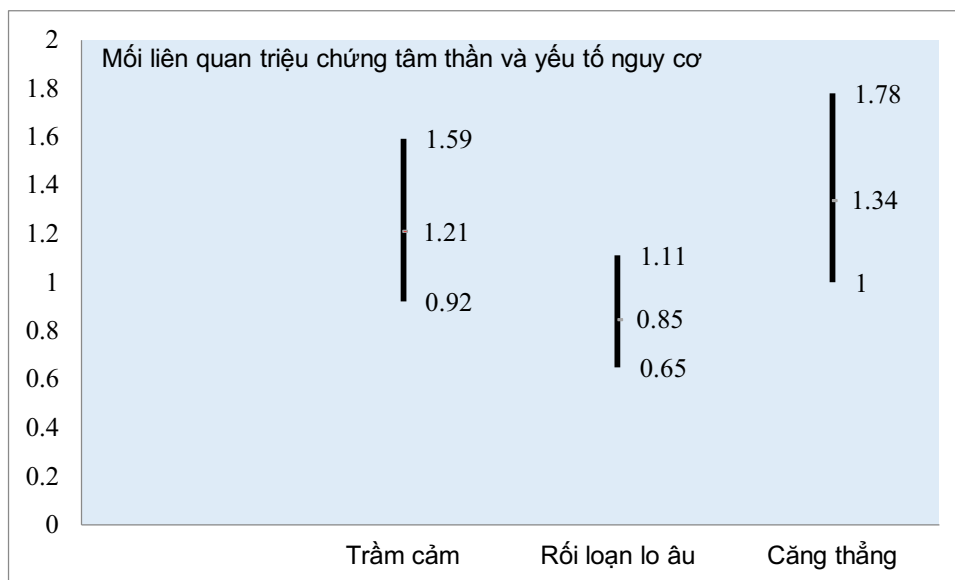
Bảng 2. Hơi dung môi hữu cơ được đo tại các khu vực có sử dụng dung môi hữu cơ trong suốt 8 giờ ca lao động

Hóa chất	Số mẫu	Nồng độ Trung bình	ĐLC	Tối thiểu	Tối đa
Khu thành hình					
Methyl ethyl ketone (MEK)	40	98,65	31,97	54,6	172
Acetone	29	72,15	8,8	52,7	92,1
Khu sơn					
Methyl ethyl ketone (MEK)	16	125,82	23,66	87,3	162
Acetone	4	85,55	5,64	79,5	91,8
Khu dán keo					
Methyl ethyl ketone (MEK)	8	108,57	34,04	60,5	145
Acetone	7	62,54	20,07	37,8	86,2
Tiêu chuẩn VSCN QĐ 3733/2002/QĐ-BYT					
Hơi MEK	$\leq 300 \text{ mg/m}^3$				
Hơi Acetone	$\leq 300 \text{ mg/m}^3$				

Bảng 3. Đặc điểm dân số của nhóm tiếp xúc và không tiếp xúc với yếu tố nguy cơ là DMHC và nhiệt độ cao

Đặc điểm	Nhóm tiếp xúc DMHC, $T^\circ \geq 31^\circ\text{C}$	Nhóm không tiếp xúc DMHC, $T^\circ \leq 30^\circ\text{C}$
Công nhân	50,12%	49,88%
Tuổi	$34,8 \pm 9$ (19 – 53)	$28,5 \pm 6$ (18 – 40)
Học vấn	82,5% (cấp 1 và 2)	90 % (cấp 2 và 3)
Tình trạng hôn nhân	95,5% (độc thân và lập gia đình)	96,7% (độc thân và lập gia đình)

Kết quả nghiên cứu KHCN



Hình 2. Mối liên quan giữa tiếp xúc dung môi hữu cơ, nhiệt độ cao và sự xuất hiện các triệu chứng rối loạn tâm lý tâm thần ở công nhân

Công nhân có nguy cơ bị stress ở nhóm có tiếp xúc với dung môi hữu cơ và nhiệt độ $\geq 31^{\circ}\text{C}$ cao hơn 34% so với nhóm không tiếp xúc DMHC và nhiệt độ $<30^{\circ}\text{C}$. Trong khi đó, mặc dù nhóm tiếp xúc với dung môi hữu cơ có các triệu chứng liên quan đến trầm cảm cao hơn nhóm không tiếp xúc là 21%, tuy nhiên mối liên quan không có ý nghĩa thống kê với khoảng tin cậy 95% là 0,92 và 1,59 (Hình 2).

4. BÀN LUẬN

Kết quả nghiên cứu (Bảng 1-2, Hình 1) cho thấy, nhiệt độ trung bình tại các phân xưởng quét keo, thành hình,... được khảo sát về vi khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, và tốc độ gió) cho thấy nhiệt độ khá cao vượt quá 31°C so với các khu vực không có sử dụng DMHC là may, QC, đóng gói chỉnh lý với nhiệt độ tối đa dưới 30°C . Thêm vào đó, nhiệt độ được đo liên tục trong khoảng thời gian từ 14h – 15h tại khu vực quét keo, có chỉ số rất cao từ $33,5$ đến 34°C , vượt quá tiêu chuẩn cho phép của TCVN 2016 là 32°C . Như vậy, công nhân tại khu vực có tiếp xúc với dung môi hữu cơ đồng thời bị tác động bởi nhiệt độ cao

hơn ($\geq 31^{\circ}\text{C}$) những công nhân làm việc ở khu vực không phơi nhiễm DMHC và chịu ảnh hưởng của nhiệt độ không khí thấp hơn ($< 30^{\circ}\text{C}$).

Trong nghiên cứu này, nhóm tiếp xúc với yếu tố nguy cơ chiếm 50,12% công nhân có tuổi trung bình là $34,8 \pm 9$ và nhóm so sánh chiếm 49,88% công nhân có tuổi trung bình là $28,5 \pm 6$. Cả hai nhóm công nhân tham gia nghiên cứu có tỉ lệ độc thân và lập gia đình tương đương nhau, tuy nhiên nhóm có tiếp xúc với yếu tố nguy cơ có trình độ học vấn chủ yếu là cấp 1,2 thấp hơn nhóm được so sánh thì đa số ở cấp 2, 3 (Bảng 3). Ngành công nghiệp da giày tại Việt Nam là một trong những ngành công nghiệp có số lượng công nhân khá nhiều, chủ yếu là lao động nữ, làm việc trong môi trường lao động có tiếp xúc với nhiệt độ cao và hơi dung môi hữu cơ. Những yếu tố nguy cơ trong môi trường lao động, có thể kết hợp tác động đồng thời gây ra sự gia tăng gánh nặng liên quan đến sức khỏe tâm thần và hành vi của công nhân, đặc biệt tại quốc gia có đặc điểm khí hậu nóng cận nhiệt đới như Việt Nam.

Dựa vào bộ câu hỏi DASS21, kết quả nghiên cứu cho thấy công nhân có nguy cơ bị stress ở nhóm công nhân có tiếp xúc với dung môi hữu cơ và nhiệt độ cao tại khu vực dán giày cao hơn nhóm không tiếp xúc là 34% (Hình 2). Trong khi đó, mặc dù nhóm tiếp xúc với DMHC có các triệu chứng trầm cảm cao hơn nhóm không tiếp xúc là 21%, tuy nhiên mối liên quan không có ý nghĩa thống kê với khoảng tin cậy 95% là 0,92 và 1,59 (Hình 2). Theo y văn, các dung môi hữu cơ được sử dụng trong ngành da giày có tác động đến hệ thần kinh trung ương nếu tiếp xúc lâu dài [10]. Tại Phần Lan với nghiên cứu không can thiệp và độ nhạy cao để phát hiện sớm sự suy giảm chức năng thần kinh ở nhóm công nhân tiếp xúc với hợp chất DMHC. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, nhóm công nhân có phơi nhiễm nghề nghiệp với DMHC thì có tần số xuất hiện các triệu chứng tâm thần kinh cao hơn so với nhóm không tiếp xúc được chứng minh qua tỉ lệ bất thường về điện não đồ, ở các nhóm tiếp xúc DMHC khác nhau cũng có sự khác biệt trong tổn thương trên điện não đồ khác nhau (11). Một nghiên cứu tại Nigeria về nhà máy sản xuất da giày về sự mệt mỏi, đau đầu, rối loạn giấc ngủ, chóng mặt, vật vờ liên quan đến tiếp xúc dung môi hữu cơ (DMHC). Kết quả cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mối liên quan giữa tiếp xúc với hơi DMHC là MEK và các triệu chứng tâm thần kinh như đau đầu, rối loạn giấc ngủ, choáng váng, và vật vờ tương ứng [12].

Gần đây, kết quả nghiên cứu trên 40.000 công nhân trong các ngành công nghiệp tại Thái Lan về nguy cơ sức khỏe tâm thần có liên quan đến môi trường lao động nóng cho thấy rằng, 84% công nhân bị mệt mỏi tâm thần khi làm việc trong môi trường với nhiệt độ cao [13]. Nhiệt độ cao được xem là nguy cơ mang tính vật lý ảnh hưởng đến sức khỏe, khả năng hoạt động của con người, đặc biệt tại các quốc gia nhiệt đới và cận nhiệt đới như Việt Nam. Điều này ảnh hưởng không nhỏ đến sự phát triển kinh tế xã hội của chính các quốc gia đó, và được ước tính sẽ mất hơn 20% GDP vào năm 2100 do vấn đề

tăng nhiệt độ tại nơi làm việc, ảnh hưởng đến sức khỏe và năng suất lao động của lực lượng công nhân [14].

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu này bước đầu cho thấy, có mối liên quan giữa tiếp xúc nhiệt độ cao, hơi dung môi hữu cơ và nguy cơ rối loạn trầm cảm, stress ở công nhân ngành da giày, trong đó nhóm phơi nhiễm DMHC làm việc ở nhiệt độ $\geq 31^{\circ}\text{C}$ có tỉ lệ trầm cảm và stress tăng 21% và 34% tương ứng so với nhóm không phơi nhiễm DMHC và nhiệt độ dưới 30°C . Điều này giúp cho việc định hình các giải pháp cần thiết cụ thể hỗ trợ công nhân ngành da giày nói riêng, và các công nhân làm việc tại các ngành công nghiệp có tiếp xúc với nhiệt độ cao kết hợp DMHC nói chung, nhằm phòng ngừa các bệnh về rối loạn tâm lý tâm thần điển hình là stress, trầm cảm, rối loạn lo âu nghề nghiệp, có liên quan đến phơi nhiễm yếu tố vật lý và hóa học. Đồng thời giúp các nhà quản lý sức khỏe nghề nghiệp xây dựng các giải pháp và chương trình sức khỏe, nhằm phòng ngừa và bảo vệ sức khỏe người lao động cả thể chất lẫn tinh thần, cũng như nâng cao năng suất lao động của công nhân tại nơi làm việc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Foa V, Martinotti I. (2012), *Shoe factory workers, solvents and health*, Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia. 2012;34(1):16-8.
- [2]. Nijem K, Kristensen P, Thorud S, Al-Khatib A, Takrori F, Bjertness E. (2001), *Solvent exposures at shoe factories and workshops in Hebron City, West Bank*, Int J Occup Environ Health; 7(3):182-8.
- [3]. Chen R, Dick F, Semple S, Seaton A, Walker LG (2001), *Exposure to organic solvents and personality. Occupational and environmental medicine*, 58(1):14-8.
- [4]. Dick F, Semple S, Osborne A, Soutar A,

Kết quả nghiên cứu KHCVN

Seaton A, Cherrie JW, et al. (2002), *Organic solvent exposure, genes, and risk of neuropsychological impairment*, QJM : monthly journal of the Association of Physicians; 95(6):379-87.

[5]. Wang JD, Chang YC, Kao KP, Huang CC, Lin CC, Yeh WY (1986), *An outbreak of N-hexane induced polyneuropathy among press proofing workers in Taipei*, American journal of industrial medicine; 10(2):111-8.

[6]. Mutti A, Ferri F, Lommi G, Lotta S, Lucertini S, Franchini I (1982), *n-Hexane-induced changes in nerve conduction velocities and somatosensory evoked potentials*, International archives of occupational and environmental health; 51(1):45-54.

[7]. Hoàng Minh Hiền (2002), Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu đánh giá tình trạng sức khỏe và sức nghe của người lao động tiếp xúc với dung môi hữu cơ (toluen, xylen,...) trong một số nghề sản xuất và đề xuất một số biện pháp góp phần bảo vệ sức khỏe người lao động”, mã số 200/03/TLĐ, Hà Nội.

[8]. Minh KP (2014), *Work-related depression and associated factors in a shoe manufacturing factory in Haiphong City, Vietnam*, International journal of occupational medicine and environmental health; 27(6):950-8.

[9]. Ratanasiripong PK, Orawan & Bell, Edith & Haigh, Charlotte & Susilowati, Indri & Isahak, Marzuki & Harncharoen, Kitiphong & Nguyen, Toai & Low, Wah Yun (2016), *Depression,*

Anxiety and Stress among Small and Medium Enterprise Workers in Indonesia, Malaysia, Thailand, and Vietnam, International Journal of Occupational Health & Public Health Nursing; 3. 13-29. .

[10]. Hänninen H, Eskelinen L, Husman K, Nurminen M (1976), *Behavioral effects of long-term exposure to a mixture of organic solvents*, Scandinavian journal of work, environment & health; (4):240-55.

[11]. Seppäläinen AM (1981), *Neurophysiological findings among workers exposed to organic solvents*, Scandinavian journal of work, environment & health; 7 Suppl 4:29-33.

[12]. Oleru UG, Onyekwere C. (1992), *Exposures to polyvinyl chloride, methyl ketone and other chemicals. The pulmonary and non-pulmonary effect*, International archives of occupational and environmental health; 63(7):503-7.

[13]. Tawatsupa B, Lim LLY, Kjellstrom T, Seubsman SA, Sleight A, Team TCS (2010), *The association between overall health, psychological distress, and occupational heat stress among a large national cohort of 40,913 Thai workers*, Global health action; 3.

[14]. Kjellstrom T, Briggs D, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Hyatt O. Heat (2016), *Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts*, Annual review of public health; 37:97-112.



Ảnh minh họa. Nguồn: Internet

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM ĐẾN KHẢ NĂNG GIẢI PHÓNG TỔNG PHỐT PHO TỪ Bùn THẢI BẰNG CÔNG NGHỆ VI SÓNG

TS. Nguyễn Thúy Lan Chi⁽¹⁾, Đinh Thị Thu Hương⁽²⁾, Trần Thị Phương Quỳnh⁽¹⁾

⁽¹⁾Khoa Môi trường & Bảo hộ lao động, Trường Đại học Tôn Đức Thắng

⁽²⁾Trung tâm Quan trắc môi trường, Trường Đại học Tôn Đức Thắng

Tóm tắt:

Thu hồi phốt pho trong bùn thải bằng công nghệ vi sóng là một trong những phương pháp đang được quan tâm và dễ dàng thực hiện. Quá trình thu hồi TP được khảo sát bằng thực nghiệm ở các điều kiện khác nhau: nhiệt độ dao động từ 60, 80, 100 đến 120⁰C; thời gian xử lý từ 0, 10, 20, 30 đến 40 phút; nồng độ bùn ban đầu (TS) là 66,5g/l. Kết quả thực nghiệm cho thấy sự giải phóng TP và các chất hữu cơ, được đặc trưng bởi thông số nhu cầu oxy hóa học (COD), tăng tỉ lệ thuận với thời gian và nhiệt độ chiếu xạ. Tuy nhiên, đối với TP thì 100⁰C được xem là nhiệt độ giải phóng tối ưu và khi nhiệt độ chiếu xạ vượt quá 120⁰C thì khả năng giải phóng TP giảm dần. Việc áp dụng công nghệ vi sóng để thu hồi phốt pho từ bùn thải là hoàn toàn khả thi. Công nghệ vi sóng không những giúp tiết kiệm năng lượng, thời gian và chi phí, mà còn đảm bảo an toàn và sức khỏe cho người lao động... và là một trong những giải pháp thân thiện với môi trường.

Từ khóa: giải phóng phốt pho, bùn thải, điều kiện vận hành, công nghệ vi sóng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phốt pho là một nguồn tài nguyên hữu hạn và không có gì có thể thay thế được trong sự phát triển của các sinh vật sống [3]. Theo nghiên cứu của Nedelciu và cộng sự, việc khan hiếm nguồn cung phốt pho đang phát triển nhanh chóng ở một số khu vực trên thế giới. Hơn nữa, đối với tỷ lệ khai thác hiện tại, ước tính sẽ cạn kiệt 17% trữ lượng phốt pho toàn cầu vào năm 2050 so với năm 2020, đây là một con số đáng kể theo mốc thời gian chỉ ba thập kỷ [6]. Nguồn cung cấp phân bón phốt pho là một khía cạnh của an ninh lương thực toàn cầu. Do đó, các khu vực quan trọng trên thế giới khi đối mặt với cuộc khủng hoảng tiềm tàng về sản

lượng dự trữ đã phốt phát cần phải xem xét về cách sử dụng phân bón để có thể sử dụng hiệu quả nhất trong nông nghiệp và đưa ra các nguồn thay thế tiềm năng trong quá trình sản xuất [2].

Bên cạnh đó, việc xử lý không hiệu quả lượng bùn thải làm thất thoát các chất ô nhiễm ra môi trường, trong đó có phốt pho. Lượng phốt pho dư thừa xâm nhập và tích tụ trong tự nhiên sẽ gây ra hiện tượng phú dưỡng hóa. Tính riêng tại thành phố Hồ Chí Minh, theo số liệu thống kê của Sở Tài nguyên và Môi trường cũng cho thấy, thành phố phát sinh lượng bùn thải các loại khoảng 3.000 - 4.000m³/ngày, tương đương 5.000 - 6.000 tấn/ngày [4].

Đứng trước áp lực kép vừa giải quyết vấn đề xử lý bùn thải vừa phải tìm ra được nguồn photphat đáp ứng xu thế phát triển bền vững hiện nay, thì việc tận thu photpho phân tán trong các loại chất thải khác nhau là cần thiết. Đáng kể đến là bùn thải - một trong những nguồn chứa nhiều photpho. Thu hồi photpho bằng vi sóng (MW) là một trong những công nghệ đáng được quan tâm và dễ dàng thực hiện so với các công nghệ khác. Vi sóng là một giải pháp giúp tiết kiệm thời gian, chi phí an toàn đối với sức khỏe con người và đảm bảo phát triển môi trường bền vững. Trong nghiên cứu này tác giả tập trung vào khảo sát sự biến thiên trong quá trình giải phóng tổng photpho (TP) và nhu cầu oxy hóa học từ các điều kiện thí nghiệm (nồng độ tổng chất rắn ban đầu (mg/l), nhiệt độ bức xạ ($^{\circ}\text{C}$) và thời gian phản ứng (phút).

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Bùn thải: Mẫu bùn thải trong nghiên cứu là sản phẩm cuối cùng của quá trình xử lý nước thải sinh học của hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt trường Đại học Tôn Đức Thắng. Lượng bùn thu gom là bùn thải tại bể lắng bùn.

Hóa chất: Các hóa chất dùng để xác định các thông số TP và COD trong bùn thải chủ yếu dùng từ các hãng Merk - Đức và Tây Ban Nha để đảm bảo độ chuẩn xác trong kết quả thí nghiệm.

Thiết bị: Thiết bị phá mẫu vi sóng (Multiwave PRO-16HF100, Áo), tần số nguồn phát 2455MHz là thiết bị được sử dụng chính trong mô hình thí nghiệm. Multiwave PRO được trang bị 2 nguồn vi sóng magnetron với công suất 850W mỗi nguồn với tổng công suất thiết kế tối đa cả 2 nguồn 1700W để tạo ra năng lượng vi sóng, điều khiển vi sóng không xung trên toàn dải 1500W. Ngoài ra, còn có các thiết bị chuyên dụng khác dùng trong phân tích các thông số TS (tủ sấy), TP (máy đo quang UV-VIS, Hach; máy ly tâm) và COD (lò nung COD, Hana, Rô-ma-ni).

2.2. Phương pháp

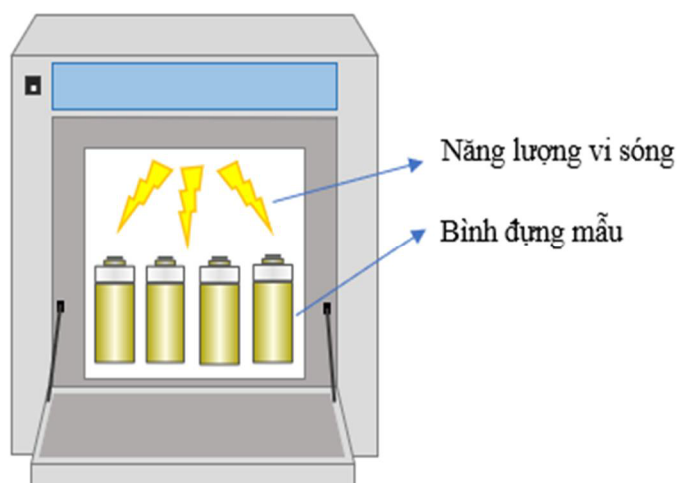
Thu mẫu và bảo quản mẫu: Tiến hành thu mẫu bùn thải tại máng tràn bể lắng của hệ thống xử lý nước thải trường sinh hoạt Đại học Tôn Đức Thắng bằng phương pháp thu mẫu theo TCVN 6663-15:2004 [7] và TCVN 6663-13:2015 [8]. Dụng cụ chứa mẫu: sử dụng bình nhựa (polyvinyletylen).

Mô tả thí nghiệm: 50ml dung dịch mẫu bùn với hàm lượng tổng chất rắn đầu vào là 66,5g/l được chuyển vào bình Teflon 70ml. Các bình đựng mẫu được đưa vào lò vi sóng (Hình 1) và tiến hành vi sóng ở các dải nhiệt độ 60°C , 80°C , 100°C và 120°C bằng việc thiết lập các chương trình kiểm soát nhiệt độ tự động. Đồng thời, các thí nghiệm được tiến hành ở các khoảng thời gian xử lý là 0, 10, 20, 30 và 40 phút. Mỗi chu trình hoạt động, hệ thống có thể tiến hành 4-24 bình đựng mẫu. Sau mỗi mẻ thí nghiệm, các mẫu bùn được lấy ra và tiến hành phân tích các thông số theo mục đích của nghiên cứu.

Xử lý mẫu và phân tích:

Các mẫu sau vi sóng được tiến hành ly tâm ở 5000 vòng/phút trong 10 phút. Phần nước thu được dùng để phân tích các thông số: tổng photpho (TP), tổng chất rắn (TS) và nhu cầu oxy hóa học. Tất cả các mẫu phân tích được tiến hành theo các phương pháp chuẩn trong tài liệu APHA [1].

Mẫu phân tích COD được đưa vào ống phân tích COD và phá mẫu bằng lò nung COD (Hana, Rô-ma-ni) gia nhiệt 150°C trong 2h. Mẫu sau khi phân giải được làm nguội đến nhiệt độ phòng và mang đi chuẩn độ. Điểm kết thúc là sự thay đổi màu sắc từ xanh lá - xanh dương đến đỏ nâu. Mẫu phân tích tổng photpho được mang đi vô cơ hóa và tiến hành đo quang bằng thiết bị Hach ở bước sóng 880nm. Chuyển mẫu có dung tích xác định đã được xáo trộn đều vào cốc cân và sấy ở $103-105^{\circ}\text{C}$, làm nguội trong bình hút ẩm và mang đi xác định khối lượng TS bằng cân phân tích bốn số lẻ.



Hình 1. Sơ đồ và hình ảnh thiết bị vi sóng Multiwave PRO-16HF100-Áo

2.3. Xử lý số liệu

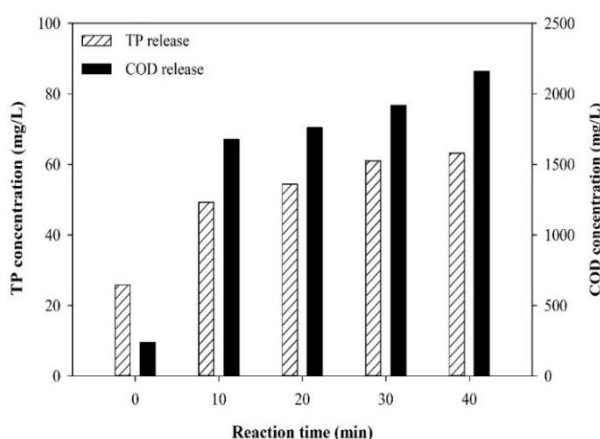
Phần mềm SigmaPlot 12.5 được sử dụng để xử lý số liệu, vẽ biểu đồ xu thế và đánh giá mức độ tác động của các điều kiện thí nghiệm khác nhau đến khả năng giải phóng tổng photpho trong bùn thải.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến khả năng giải phóng TP và COD từ bùn thải

Khả năng giải phóng TP và COD trong bùn thải được thể hiện trong Hình 2, khoảng thời gian khảo sát từ 0 đến 40 phút, tại điểm nhiệt độ 80°C. Theo đó, thời gian bức xạ càng lâu thì khả năng giải phóng TP và COD càng nhiều. Mức độ giải phóng TP và COD đạt cực đại tại điểm thời gian 40 phút, với TP tăng từ 25,8mg/l lên 63,19mg/l và COD tăng từ 240 lên 2160mg/l. Điều đáng chú ý là tốc độ giải phóng TP và COD tăng rất nhanh trong khoảng thời gian xử lý ban đầu (10 phút) và tăng chậm trong các khoảng thời gian sau. Kết quả này cũng tương tự với kết quả báo cáo của Uẩn và cộng sự [9].

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng bùn thải của nước thải từ hệ thống xử lý nước thải sinh học cũng là một trong những



Hình 2. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến khả năng giải phóng TP và COD từ bùn thải. Điều kiện thí nghiệm: [TS] ban đầu = 66,5g/L và nhiệt độ phản ứng = 80°C

nguồn tài nguyên thay thế hữu hiệu cho quá trình thu hồi photpho trong sản xuất phân bón. Tuy nhiên, còn phải thực hiện nghiên cứu chuyên sâu hơn nữa để xác định được điểm thời gian tối ưu nhất cho quá trình giải phóng TP và COD trong bùn thải áp dụng công nghệ vi sóng nhằm tiết kiệm thời gian, chi phí và nguồn nhiên liệu.

Kết quả nghiên cứu KHCN

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến khả năng giải phóng TP và COD từ bùn thải

Hình 3 mô tả ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến khả năng giải phóng TP và COD, dải nhiệt độ khảo sát là từ điểm control (nhiệt độ phòng) đến 120°C trong thời gian 20 phút. Kết quả cho thấy rằng nồng độ TP và COD tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ phản ứng trong khoảng từ 60°C đến 100°C. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng nhiệt độ vì sóng lên 120°C thì nồng độ TP có xu hướng giảm và ngược lại COD vẫn tiếp tục tăng. Điều này cho thấy nhiệt độ phản ứng tác động mạnh đến khả năng giải phóng TP và COD trong bùn thải.

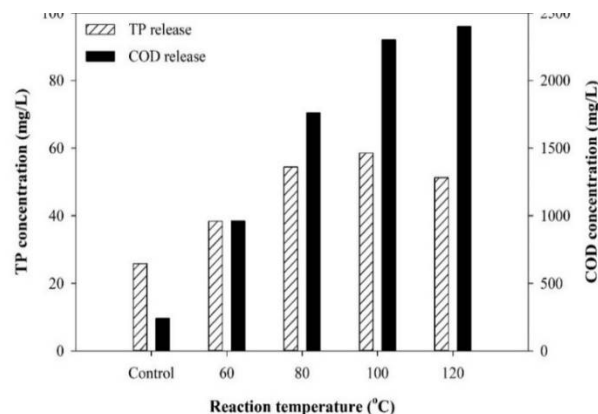
3.3. Ảnh hưởng của nồng độ bùn ban đầu (TS) đến khả năng giải phóng TP và COD từ bùn thải

Hình 4 biểu diễn sự biến thiên của TP và COD cũng như ảnh hưởng của đặc tính bùn đầu vào đến khả năng giải phóng. Nồng độ bùn đầu vào càng đậm đặc thì khả năng giải phóng TP và COD càng cao. Tại khoảng nhiệt độ 80°C trong 20 phút, nồng độ bùn đầu vào 6,65 thì khả năng giải phóng TP và COD không đáng kể. Tuy nhiên, cũng trong cùng điều kiện nhiệt độ và thời gian, khi tăng nồng độ bùn đầu vào lên 66,5mg/l thì khả năng giải phóng TP tăng khoảng 13 lần tương ứng khả năng giải phóng COD cũng tăng khoảng 7 lần.

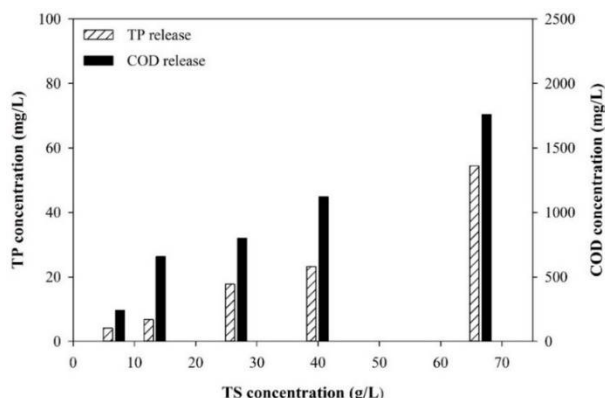
Thông qua kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, sử dụng công nghệ vi sóng không những nâng cao khả năng giải phóng TP mà còn thu được hàm lượng lớn chất hữu cơ hòa tan (COD) có giá trị.

4. KẾT LUẬN

Với mục tiêu nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng của điều kiện vận hành (nồng độ bùn đầu vào, thời gian bức xạ và nhiệt độ phản ứng) đến khả năng giải phóng tổng photpho trong bùn thải, bài báo đã đánh giá được xu thế giải phóng TP tại các điểm điều kiện khác nhau. Bên cạnh giải phóng TP, COD cũng giải phóng đáng kể trong quá trình xử lý vi sóng. Khả năng giải



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến sự giải phóng TP và COD từ bùn thải. Điều kiện thí nghiệm: [TS] ban đầu = 66,5g/l và thời gian phản ứng = 20 phút



Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ TS (đặc tính của bùn) đến việc giải phóng TP và COD từ bùn thải. Điều kiện thí nghiệm: nhiệt độ phản ứng = 80°C và thời gian phản ứng = 20 phút

phóng TP và COD tăng tỉ lệ thuận với thời gian bức xạ. Ở nhiệt độ càng cao thì COD giải phóng càng nhiều, đồng thời, TP cũng giải phóng nhanh trong các điểm nhiệt độ dưới 100°C và giảm dần khi nhiệt độ lên đến 120°C. Tuy nhiên, xu thế giải phóng TP và COD trong bùn thải sử dụng vi sóng là có chiều hướng tăng khi tăng nhiệt độ và thời gian bức xạ.

Dựa trên kết quả nghiên cứu có thể nhận

định rằng công nghệ vi sóng là công nghệ giải phóng photpho trong bùn thải hiệu quả và tiết kiệm năng lượng. Sử dụng công nghệ vi sóng giúp tiết kiệm thời gian, chi phí và đảm bảo an toàn cho sức khỏe, là một trong những giải pháp thân thiện với môi trường. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ mới dừng lại ở việc đánh giá xu hướng biến đổi của bùn, khả năng giải phóng TP trong bùn thải dưới ảnh hưởng của các điểm điều kiện vận hành khác nhau mà chưa đưa ra được điểm điều kiện tối ưu cho quá trình giải phóng TP. Bên cạnh đó, còn nhiều yếu tố ảnh hưởng khác tác động đến khả năng giải phóng TP mà nghiên cứu này chưa khảo sát được (như pH, điều kiện xúc tác, công suất đầu vào của MW,...). Ngoài khả năng giải phóng TP, COD còn nhiều tài nguyên hữu hiệu khác (như tổng nitơ, kim loại nặng, nhiên liệu sinh học,...) có thể được giải phóng bằng công nghệ này mà trong phạm vi nghiên cứu này chưa thực hiện được. Đây là một trong những hướng nghiên cứu tiếp theo trong xu hướng phát triển bền vững hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. American Public Health Association (2017), *Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd edition*, American Water Works Association, Water Pollution and Control Federation, Washington, DC. USA.
- [2]. Blackwell, M., Darch, T., & Haslam, R. (2019), *Phosphorus use efficiency and fertilizers: future opportunities for improvements*, *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 6(4), 332-340.
- [3]. Cordell, D. (2009), *The Story of Phosphorus: 7 reasons why we need to transform phosphorus use in the global food system*, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney (UTS) Australia.
- [4]. Hải, M. (2017), *Xử lý bùn thải hướng tới thu hồi năng lượng*, Truy cập ngày 16/01/2021, từ website: <https://www.sggp.org.vn/xu-ly-bun-thai-huong-toi-thu-hoi-nang-luong-483424.html>.
- [5]. Liao, P. H., Wong, W.T., & Lo, K.V. (2005), *Release of phosphorus from sewage sludge using microwave technology*, *Journal of Environmental Engineering and Science*, 4(1), 77-81. DOI: 10.1139/s04-056.
- [6]. Nedelciu, C. E., Ragnarsdottir, K. V., Schlyter, P., & Stjernquist, I. (2020), *Global phosphorus supply chain dynamics: Assessing regional impact to 2050*, *Global Food Security*, 26. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100426.
- [7]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2004), *Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6663-15:2004 (ISO 5667-15: 1999) về chất lượng nước - Lấy mẫu - Phần 15: Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu bùn và trầm tích*.
- [8]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2015), *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6663-13:2015 (ISO 5667-13:2011) về Chất lượng nước - Lấy mẫu - Phần 13: Hướng dẫn lấy mẫu bùn*.
- [9]. Đỗ Khắc Uẩn và cộng sự (2011), *Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật vi sóng cho quá trình giải phóng photpho từ bùn thải*, *Tạp chí khoa học & công nghệ*, 78(02), 87- 92.

BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ RỦI RO AN TOÀN VỆ SINH LAO ĐỘNG TẠI CƠ SỞ TÁI CHẾ NHỰA THỦ CÔNG, GIÁN ĐOẠN

TS. Nguyễn Thị Thu Thủy

Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh Lao động

Tóm tắt:

Đánh giá rủi ro (ĐGRR) an toàn sức khỏe nghề nghiệp (ATSKNN) trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công là một vấn đề cần được thực hiện. Điều này, thể hiện rõ trong một số công đoạn chính trong tái chế nhựa gián đoạn (giặt/bấm sơ bộ/nghiền) có những rủi ro cao và rất cao. Bài báo này, trình bày về kết quả ĐGRR ATSKNN và đề xuất một số biện pháp kiểm soát chúng trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công, nhỏ lẻ tại Việt Nam.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, tái chế nhựa bằng phương pháp cơ học rất phổ biến ở tại Việt Nam cũng như trên thế giới [5], bởi tái chế cơ học dễ thực hiện và tiềm năng tái chế cao. Nhưng tại Việt Nam, hoạt động này vẫn còn mang tính tự phát nhiều. Mặc dù, vẫn có những cơ sở có quy mô và dây chuyền sản xuất tự động, hiện đại nhưng còn rất nhiều cơ sở có dây chuyền thủ công gián đoạn, máy móc cũ kỹ, lạc hậu, đặc biệt những cơ sở này xuất hiện nhiều tại các làng nghề. Chính vì vậy, vấn đề phát sinh những mối nguy trong những cơ sở này đang báo động. Hoạt động ĐGRR không thể thiếu trong công tác đảm bảo AT SKNN tại các cơ sở tái chế phế liệu được thể hiện rõ trong các văn bản pháp luật như từ Luật ATVSLĐ đến các nghị định và đặc biệt là một trong 11 ngành nghề được quy định rõ trong thông tư 07/2016/TT-BLĐTBXH. Mục đích của bài báo này, là nhận diện được các mối nguy và bước đầu ĐGRR ATSKNN, từ đó đưa ra được các biện pháp kiểm soát (BPKS) rủi ro trong các cơ sở sản xuất nguyên liệu từ nhựa tái chế thủ công tại Việt Nam.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP SỬ DỤNG TRONG ĐÁNH GIÁ RỦI RO

- Phương pháp thu thập thông tin dữ liệu: Phương pháp khảo sát, phỏng vấn, đo đạc các thông số môi trường tại xưởng sản xuất.

- Phương pháp nhận diện mối nguy: Để nhận diện mối nguy tại các cơ sở tái chế nhựa, nhóm thực hiện nghiên cứu đã kết hợp một số phương pháp nhận diện mối nguy như danh mục kiểm tra (checklist), phân tích an toàn công việc, kết hợp với phương pháp phỏng vấn trực tiếp người lao động (NLD) cũng như chủ doanh nghiệp. Ngoài ra còn sử dụng phương pháp đo đạc các thông số môi trường, bước đầu có thể đánh giá mối nguy về sức khỏe của NLD.

- Phương pháp đánh giá rủi ro đối với mối nguy an toàn lao động (ATLĐ): Sử dụng phương pháp ĐGRR định tính đối với mối nguy về ATLĐ, ma trận rủi ro thể hiện trong Bảng 1.

- Đánh giá rủi ro đối với các mối nguy về sức khỏe nghề nghiệp (SKNN): Sử dụng phương pháp đánh giá rủi ro bán định lượng. Dựa theo “Phương pháp VNIOSH – 2017” [1],[2],[3],[4]]

Bảng 1. Ma trận xác định mức rủi ro an toàn lao động

Khả năng xảy ra hậu quả	Mức nghiêm trọng của hậu quả				
	Rất nhẹ	Nhẹ	Trung bình	Nghiêm trọng	Rất nghiêm trọng
Không có khả năng xảy ra	Rất thấp	Rất thấp	Thấp	Thấp	Trung bình
Khó có khả năng xảy ra	Rất thấp	Thấp	Trung bình	Trung bình	Cao
Có khả năng xảy ra	Thấp	Trung bình	Trung bình	Cao	Rất cao
Có thể xảy ra	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao	Rất cao
Nhiều khả năng xảy ra	Trung bình	Cao	Rất cao	Rất cao	Rất cao

và các QCVN/BYT về vệ sinh lao động hiện hành, đánh giá rủi ro SKNN đối với các mối nguy về sức khoẻ đặc trưng trong tái chế nhựa là: vi khí hậu, bụi, ồn, hóa chất. Đây là phương pháp bán định lượng. Các thông số môi trường được đo tại nhà máy hoặc các xưởng sản xuất hạt nhựa từ nhựa phế thải. Quá trình đánh giá rủi ro được thực hiện căn cứ vào các giá trị đo và tham chiếu với giá trị tương ứng trong phương pháp trên. Tuy nhiên để cho phù hợp với các mức trong các mối nguy về ATLĐ, nhóm thực hiện đề tài vẫn dựa theo “Phương pháp VNIOSH – 2017” nhưng thang đánh giá chuyển từ 7 mức xuống thành 5 mức do đó chuyển hai mức “hợp vệ sinh”, “mức chấp nhận được” thành một mức là “mức chấp nhận được” và “Mức độc hại nặng”, “Mức độc hại rất nặng” thành một mức là “Mức độc hại cao”, việc phân loại ĐKLĐ và rủi ro SKNN theo các yếu tố (VKH, tiếng ồn, bụi, hóa chất) lúc này chuyển thành 5 mức đánh giá là: Mức chấp nhận được, mức độc hại nhẹ, mức độc hại trung bình, mức độc hại cao, mức nguy hiểm. Và thang đánh giá rủi ro tương ứng là: Rủi ro chấp nhận được, rủi ro thấp, rủi ro trung bình, rủi ro cao, rủi ro rất cao.

3. KẾT QUẢ

3.1. Mối nguy trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công

Đối với các cơ sở tái chế nhựa thủ công để tạo ra hạt nhựa tái sinh, quá trình diễn ra như

sau: nguyên liệu sau khi thu gom, được phân loại thành các loại nhựa (PP, PE, PVC,...), sau đó được giặt bằng tay hoặc máy giặt rồi đem phơi, tiếp đó có thể đưa nguyên liệu đến máy băm sơ bộ (nếu nguyên liệu cần băm sơ bộ); sau đó nguyên liệu được cho vào xay hoặc nghiền và cuối cùng được đưa vào khu vực tạo hạt nhựa tái sinh (gồm thiết bị gia nhiệt đùn sợi, giải nhiệt định hình, máy cắt tạo hạt nhựa). Tùy thuộc vào điều kiện và nguồn lực của từng cơ sở mà có thể có các công đoạn sản xuất hạt nhựa tái sinh khác nhau. Từng công đoạn trong sản xuất lại có những mối nguy nhất định. Để đánh giá rủi ro trong các cơ sở này, trước hết phải nhận diện được các mối nguy phát sinh trong từng công đoạn sản xuất.

Qua khảo sát và đo các thông số MTLĐ trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công, nhóm thực hiện nhiệm vụ nhận thấy, tình hình ATVSLĐ, môi trường làm việc có nhiều vấn đề cần quan tâm, cải thiện, khắc phục: nhà xưởng bừa bộn, dây điện chạy trên nền nhà xưởng, dưới nền nhà xưởng ẩm thấp, thậm chí nước chảy trên nền, khi khảo sát có tới 33% cơ sở có nhà xưởng như vậy (trong 15 cơ sở khảo sát có tới 5 cơ sở). Do vậy tình hình mất ATLĐ rất lớn ở những cơ sở sản xuất này.

Những mối nguy điển hình và đặc điểm của những mối nguy đó, các tình huống dẫn đến tai nạn được trình bày trong Bảng 2.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 2. Mỗi nguy và mô tả mỗi nguy trong xưởng tái chế thủ công

TT	Mỗi nguy	Vị trí làm việc/đặc điểm
1	Cắt, đâm vào tay/vật sắc nhọn	Bê nguyên liệu để giặt. Dùng kéo cắt dây buộc bao, thường bỏ quên kéo khi bốc nguyên liệu đâm vào tay hoặc nguyên liệu nhập về có lẫn các vật sắc nhọn. Bảo dưỡng/sửa chữa/vệ sinh máy móc...
2	Cuốn kẹp	Giặt/Rửa nguyên liệu (máy giặt riêng biệt). Bấm sơ bộ nguyên liệu. Nạp liệu vào máy xay/nghiền nhựa: Đối với máy nghiền ngổ: NLD ngồi đưa nguyên liệu vào, thỉnh thoảng dùng đoạn gỗ đẩy, nhét nguyên liệu vào máy nghiền (nhiều khi bắt cần NLD đẩy mạnh quá, đoạn gỗ sẽ chạm vào bộ phận nghiền, cuốn bên trong máy, NLD mất bình tĩnh có thể cuốn bàn tay vào máy...). Đối với máy nghiền đứng: NLD thường đứng bốc nguyên liệu vào nhưng nhiều khi dùng chân để đạp nguyên liệu vào máy nghiền, chính điều này mà nhiều khi bắt cần, máy cuốn cả chân hoặc thậm chí cả hai chân cùng với nguyên liệu vào máy nghiền, có trường hợp nghiền nửa người hoặc nghiền nát cả người...
3	Vấp ngã	Trên mặt nhà xưởng để bừa bộn (đồ vật, nguyên liệu...), dây điện chạy trên sàn nhà. Giặt/Rửa nguyên liệu: nguyên liệu trước và sau khi giặt để bừa bộn, chất thải rắn, nước bắn trơn trượt, dây điện...
4	Trơn trượt	Giặt/Rửa nguyên liệu: nguyên liệu trước và sau khi giặt để bừa bộn, chất thải rắn, nước bắn trơn trượt, dây điện... Toàn bộ nhà xưởng, ẩm thấp, dầu mỡ tràn ra nhà xưởng, lâu ngày không dọn dẹp
5	Cháy nổ	Nhà xưởng, nhà kho, bừa bộn, dây điện chạy dưới nền nhà xưởng ẩm ướt, dầu mỡ chảy quanh máy... bụi tích tụ lâu ngày trong nhà xưởng...
6	Bỏng	Chạm vào máy gia nhiệt, nhiệt độ cao, nhựa nóng chảy, nổ bắn vào người giám sát. Thiết bị/máy đang hoạt động bị hỏng sửa chữa máy...
7	Điện giật	Đi vấp vào dây điện chạy dưới nền nhà xưởng ẩm ướt, đứt dây điện bị điện giật. Máy/thiết bị cũ bị rò điện
8	Ngã cao	Sửa chữa/bảo dưỡng thiết bị/máy phải trèo lên cao không có lan can....
9	Vi khí hậu	Giặt/Rửa nguyên liệu, nhà xưởng chật hẹp, bừa bộn, nóng nực. Phơi nguyên liệu ngoài trời phụ thuộc vào thời tiết (mùa hè, miền Bắc...)
10	Tiếng ồn	Hầu hết ở các công đoạn sản xuất do thiết bị/máy móc cũ, lạc hậu...
11	Bụi	Hầu hết ở các công đoạn sản xuất đều ghi nhận có bụi (trừ khu vực giặt), bụi tích lũy trong nhà xưởng nhiều ngày
12	Hơi dung môi (VOC)	Phát sinh nhiều và ghi nhận tại khu vực tạo hạt (gia nhiệt kéo sợi)
13	Chất hữu cơ	Tại kho nguyên liệu. Khi bê nguyên liệu cho vào máy giặt các chất hữu cơ còn sót lại trong bao bì... Sửa chữa/bảo dưỡng máy móc, nhất là máy giặt, nghiền,...
14	Vi sinh vật	Bê vác nguyên liệu mới thu mua về vào kho hoặc cho vào máy giặt. Sửa chữa máy/thiết bị, bùn, vi sinh vật đọng bám trong thiết bị...
15	Ergonomi	Bê vác nguyên liệu/hạt nhựa... lấy nguyên liệu cho vào máy xay/nghiền....

3.2. Kết quả đánh giá rủi ro tại một số công đoạn điển hình trong tái chế nhựa thủ công

Qua đánh giá rủi ro trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công, nhận thấy nhiều mối nguy như vật sắc nhọn đâm vào tay, cuốn kẹp trong các công đoạn bấm sơ bộ nguyên liệu hoặc nạp liệu cho máy nghiền có rủi ro rất cao. Hiện tượng nổ khí, trong quá trình gia nhiệt đun sợi, bắn các giọt nhựa lỏng, nóng làm bỏng NLD cũng xảy ra thường xuyên. Còn hầu như ở các công đoạn sản xuất hạt nhựa tái sinh đều có những vị trí làm việc được đánh giá có rủi ro cao, điều này cho thấy trong tái chế nhựa thủ công cần có BPKS giảm mức rủi ro xuống mức thấp cho phép. Những mối nguy về SKNN được thể hiện

qua các thông số như vi khí hậu, tiếng ồn, bụi, hơi chất hữu cơ.... Qua kết quả đo đạc, nhận thấy ở những cơ sở này có nhiệt độ vượt mức tiêu chuẩn cho phép thường ở hầu hết các công đoạn và nằm trong khoảng từ 32-37°C, đều vượt qua giới hạn cho phép trong quy chuẩn QCVN 26:2016/BYT, đặc biệt ở những công đoạn gia nhiệt kéo sợi, nhiệt độ lên cao từ 36-37°C, theo “Phương pháp VNIOOSH – 2017” thì nhiệt độ ở mức độ độc hại cao và được đánh giá là có mức rủi ro cao. Về tiếng ồn, độ ồn chung ở mức độc hại trung bình, rủi ro trung bình. Đối với bụi (cả bụi hô hấp và bụi toàn phần) đều nằm dưới giới hạn cho phép trong quy chuẩn, nồng độ bụi lớn nhất được ghi nhận tại khu vực tạo

Bảng 3. Kết quả ĐGRR ATSKNN tại các cơ sở tái chế nhựa thủ công

TT	Công đoạn/vị trí	Mối nguy về ATLD								Mối nguy về SKNN					
		Cắt, đâm vào tay/vật sắc nhọn	Cuốn kẹp	Vấp ngã	Trơn trượt	Cháy nổ	Bỏng	Điện giật	Ngã cao	Vi khí hậu	Tiếng ồn	Bụi	(VOC)/chất hữu cơ	Vi sinh vật	Egonomi
1	Tại kho nguyên liệu/đồng nguyên liệu	-	-	C	-	C	-	-	-	T	T	TB	C	C	-
2	Giặt/Rửa nguyên liệu (máy giặt riêng biệt)	-	C	C	C	-	-	C	-	C	TB	RT	C	C	TB
3	Phơi nguyên liệu ngoài trời	C	-	-	-	C	-	-	-	C	T	TB	T	T	C
4	Bấm sơ bộ nguyên liệu	RC	RC	TB	-	-	-	C	-	TB	TB	TB	T	TB	C
5	Nạp liệu vào máy Xay/nghiền nhựa	-	RC	C	-	-	T	C	C	TB	TB	C	T	RT	C
6	Giám sát công đoạn Gia nhiệt kéo sợi	-	-	T	C	-	C	C	-	RC	TB	TB	T	-	-
7	Giám sát công đoạn giải nhiệt làm lạnh	-	-	T	C	-	-	-	-	-	TB	-	T	-	-
8	Tạo hạt-Đóng gói hạt nhựa	-	-	T	TB	-	T	-	-	C	TB	T	T	-	C
9	Bảo dưỡng/sửa chữa/vệ sinh máy móc	C	C	T	TB	-	TB	C	C	T	-	C	C	C	TB

Trong đó: RC: rủi ro rất cao; C: Rủi ro cao; TB: Rủi ro trung bình; T: Rủi ro thấp; RT (CN): Rủi ro rất thấp (rủi ro chấp nhận)

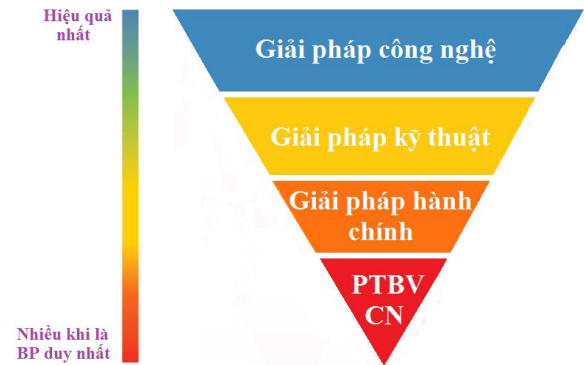
Kết quả nghiên cứu KHCN

hạt (nồng độ bụi toàn phần lớn nhất 3,29 mg/m³, nồng độ bụi hô hấp 1,746mg/m³). Mặc dù hơi khí độc VOCs (là những tác nhân có thể gây ra bệnh ung thư) đều được phát hiện ở trong tái chế nhựa nhưng ở mức thấp (theo phương pháp đánh giá trên) thì rủi ro có thể chấp nhận được. Tuy nhiên, phát hiện được hơi khí độc VOCs trong các cơ sở tái chế nhựa, đặc biệt ở những công đoạn gia nhiệt làm nóng, chảy nhựa, đun sợi và giải nhiệt, làm lạnh, tạo hạt. Cần có các giải pháp kiểm soát những yếu tố này vì chúng có thể xâm nhập vào cơ thể người lao động qua đường hô hấp, qua tiêu hóa, qua da và theo thời gian chúng tích lũy trong cơ thể đến một thời điểm nhất định chúng có thể phát thành các bệnh nghề... Chất hữu cơ còn sót lại trong các bao bì cũng là mối nguy lớn (bốc mùi khó chịu...). Bảng 3, trình bày kết quả ĐGRR ATSKNN tại các cơ sở tái chế nhựa thủ công, nhỏ lẻ.

Rủi ro cao trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công thể hiện trong toàn bộ quá trình tạo ra hạt nhựa tái sinh. Những rủi ro này cần phải được đánh giá đúng mức và có những biện pháp kiểm soát (BPKS) chúng.

3.3 Các BPKS rủi ro trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công, gián đoạn

Tính nguy hại và nguy cơ tiếp xúc của người lao động (NLĐ) với các mối nguy trong tái chế nhựa thủ công, cũng như mức bất ổn của từng vấn đề tại các công đoạn tái chế, cần được xem xét mỗi khi lựa chọn giải pháp khống chế. Khi mức bất ổn của tính nguy hại hay nguy cơ tiếp xúc tồn tại, cần có biện pháp cảnh báo. Để đạt được kết quả tốt nhất, cần xem xét các BPKS và phòng ngừa sớm từ khi xây dựng kế hoạch, phát triển sản phẩm, thiết kế quá trình sản xuất sao cho việc thiết lập và chọn lựa các biện pháp phù hợp được tốt nhất. Tuy nhiên, tại những cơ sở tái chế nhựa thủ công, vấn đề đặt ra là tính khả thi cho từng BPKS cho các cơ sở đang diễn ra hoạt động sản xuất tạo hạt nhựa tái sinh. Việc kết hợp các BPKS trong danh mục các thứ tự ưu tiên của các BPKS thường được áp dụng để đạt



Hình 1. Hệ thống phân cấp kiểm soát

được mục tiêu giảm thiểu tối đa việc tiếp xúc với mối nguy. Thứ tự ưu tiên sử dụng các biện pháp đảm bảo an toàn phải tuân theo “ hệ thống phân cấp kiểm soát ” theo thứ tự: các giải pháp về công nghệ; giải pháp kỹ thuật; giải pháp hành chính và giải pháp sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân (PTBV CN) (Hình 1).

Căn cứ vào thực tế tại các cơ sở sản xuất, các BPKS thích hợp sẽ được thực hiện, có những biện pháp cần nguồn lực lớn nhưng cũng có giải pháp có thể thực hiện ngay vừa hiệu quả lại vừa tiết kiệm chi phí. Bảng 4, trình bày một số BPKS có thể thực hiện tại các cơ sở tái chế phù hợp với tiềm lực kinh tế của những cơ sở này.

Các mối nguy về ATLĐ cần được kiểm soát và nên thực hiện ngay những giải pháp như thiết kế lại đường dây điện, bố trí lại các vị trí máy móc, nhà kho, nhà xưởng sản xuất... và biện pháp cơ bản như biện pháp hành chính (tuân thủ quy tắc 5S, biển báo...), các quy tắc làm việc an toàn đặc biệt là quy trình thực hiện an toàn trong công đoạn nghiền/xay nguyên liệu, công đoạn gia nhiệt tạo sợi cần có những nghiên cứu tránh hiện tượng nổ khí bắn nhựa bay vào NLĐ dẫn đến bị bỏng. Các mối nguy về SKNN cần được thực hiện các biện pháp tăng cường cơ cấu thu, hút hơi khí độc, thông gió hút bụi, có cầu che chắn cách ly tiếng ồn.... Bên cạnh đó những cơ sở này cần phải bổ sung hoặc củng cố bộ phận xử lý chất thải, nước thải sau quá trình tái chế.

Bảng 4. Một số mối nguy điển hình và biện pháp kiểm soát

TT	Mối nguy	Biện pháp kiểm soát
1	Cháy nổ	- Phải thực hiện biện pháp sắp xếp, gọn gàng các nguyên vật liệu trong nhà xưởng (nơi tập kết nguyên liệu đưa vào máy giặt, băng chuyền, chuyển lên để nghiền...). - Thực hiện theo quy tắc 5S. - Trong xưởng phải quy định rõ đường đi, lối đi của NLĐ và các loại xe chạy trong nhà xưởng phải tuân thủ quy tắc an toàn, lái xe được huấn luyện và trên xe phải trang bị còi báo động. - Thiết kế lại đường đi của dây điện trong nhà xưởng (không được bố trí trên mặt sàn nhà xưởng). - Thiết kế lại bể nước hoặc định mức nước trong bồn giặt/rửa nguyên liệu (không được để nước tràn ra sàn nhà xưởng). - Vệ sinh hàng ngày hoặc theo tuần, thu gom bụi, bụi tích điện trên nhà xưởng.
2	Điện giật	- Thiết kế lại đường đi của dây điện trong nhà xưởng (không được bố trí trên mặt sàn nhà xưởng). - Ổ cắm điện được lắp đặt chắc chắn, đảm bảo không hở điện. - Không sử dụng băng cách điện để làm kín phần cách điện bị hỏng mà phải thay bằng dây điện mới hoặc sử dụng hộp nối - Các thiết bị sử dụng điện phải có cơ cấu bảo vệ - Tủ điện phải có cảnh báo - Nguyên liệu được bố trí, sắp xếp gọn gàng - Nếu vỏ cách điện của dây bị rách, hỏng phải thay ngay - NLĐ giữ khoảng cách an toàn đối với thiết bị có điện áp cao. Nếu cần phải bao kín thiết bị và có đèn laze cảnh báo. - Phải có sơ đồ cung cấp điện trong đó ghi rõ vị trí các trạm biến áp, tủ phân phối điện và những thiết bị tiêu thụ điện - Tất cả các thiết bị sử dụng điện phải nối với tủ điện phân phối và mỗi thiết bị phải có cầu dao riêng. - Khi sửa chữa điện, phải có phiếu đóng/ngắt điện theo mẫu quy định. Cầu dao đã ngắt điện phải ghi rõ "Không đóng điện, có người đang làm việc". - Tất cả các máy/thiết bị sử dụng điện phải được nối đất, nối không theo quy định - Khi làm việc với điện (sửa chữa điện) phải sử dụng PTBV/CN cách điện...
3	Cắt, đâm vào tay/vật sắc nhọn	- NLĐ khi chuẩn bị bê nguyên liệu để giặt phải quan sát xem nguyên liệu có vật lạ/sắc nhọn ở trong đó không? Sử dụng găng tay khi làm việc. - NLĐ khi bảo dưỡng/sửa chữa/vệ sinh máy móc.... cần tuân thủ đúng quy trình bảo dưỡng/sửa chữa/vệ sinh và quy tắc làm việc an toàn.
4	Cuốn, kẹp	- Tất cả các thiết bị có cơ cấu chuyển động phải có cơ cấu che chắn an toàn. - Các thiết bị như máy nghiền, máy xay... phải được bố trí khoảng cách an toàn đối với NLĐ làm việc tại vị trí này. - NLĐ khi làm việc với các máy thiết bị như máy nghiền, xay... phải cẩn trọng khi đưa nguyên liệu vào không được sử dụng chân đạp chúng vào máy.... - NLĐ phải được tập huấn an toàn trước khi làm việc. - NLĐ phải tuân thủ quy trình làm việc an toàn với các loại máy/thiết bị này.
5	Trơn trượt, ngã	- Đảm bảo khu vực làm việc không bị trơn trượt (không có nước, dầu, mỡ hóa chất trên sàn nhà xưởng...). - Trên đường đi, lối đi lại phải không có vật cản trở - NLĐ sử dụng giày chống trơn trượt

Kết quả nghiên cứu KHCN

TT	Mối nguy	Biện pháp kiểm soát
6	Vấp ngã	- Đảm bảo khu vực làm việc hay lối đi lại không có vật gây thương tích hay vấp ngã. - Phải sử dụng giày an toàn khi làm việc - Khu vực làm việc hay lối đi phải có đủ ánh sáng - Nguyên liệu không được để bừa bộn trong nhà xưởng, phải có kho chứa chúng.
7	Tai nạn do phương tiện gây ra	- NLD điều khiển phương tiện phải được huấn luyện an toàn (xe nâng, xe chở người....) - NLD phải có đủ sức khỏe, năng lực chuyên môn và giấy phép vận hành. - NLD khi điều khiển xe phải chú ý, tập chung khi làm việc. - NLD phải chú ý và giữ khoảng cách an toàn đối với các thiết bị phương tiện đang lưu thông. - Trên xe phải có còi báo động - NLD chỉ được phép đi lại trong phạm vi quy định - Phải thiết kế, tạo và áp dụng các biển báo thích hợp trong từng vị trí của nhà xưởng.
8	Ngã cao	- Khi làm việc trên cao (kiểm tra hoạt động của máy nghiền, máy xay...) phải có lan can. - Đảm bảo bề rộng an toàn cho NLD đi lại hay làm việc trên cao. - Khi làm việc trên cao từ độ cao 2m trở lên phải sử dụng phương tiện chống ngã cao (dây an toàn và các bộ phận phụ trợ chống ngã cao)
9	Tiếng ồn	- Giảm tiếng ồn tại nguồn phát tiếng ồn (bảo dưỡng, tra dầu mỡ thường xuyên, thay mới vòng bi kịp thời trong các bộ phận chuyển động...). - Bình nén khí cần có cơ cách âm hoặc bố trí tại vị trí khác cách nhà xưởng. - Sử dụng PTBVVN chống tiếng ồn: nút tai, bịt tai chống ồn.
10	Mối nguy về hơi hóa chất (VOC)	- Phải bố trí cơ cấu che chắn an toàn, không cho hơi khí VOCs thoát ra môi trường làm việc. Lắp đặt cơ cấu thu hồi bụi và các khí VOCs. - NLD phải sử dụng khẩu trang hoặc bán mặt nạ chống dung môi hữu cơ. - Thông gió trong nhà xưởng sản xuất.
1	Nhiễm độc hóa chất là phụ gia trong nhựa	- NLD phải sử dụng khẩu trang hoặc bán mặt nạ chống hóa chất độc hại. - NLD không được ăn uống tại xưởng sản xuất. - Khi làm việc xong phải vệ sinh cá nhân, khử độc, khử trùng nếu cần. - Phân loại từng loại nhựa phế liệu, lưu ý mỗi loại lại có những phụ gia độc hại nhất định.
12	Hóa chất nhiễm trên tay	- NLD làm việc ở bộ phận gia nhiệt tạo sợi, luôn phải đưa tay xuống bể nước tách các sợi nhựa ra, cần phải sử dụng găng tay chống hóa chất.
13	Nhiễm các vi sinh vật, nấm mốc	- NLD làm nhiệm vụ phân loại nguyên liệu (hoặc làm việc tại vị trí đưa nguyên liệu vào máy nghiền/máy xay...) hoặc công đoạn giặt/rửa nguyên liệu cần sử dụng đầy đủ các loại PTBVVN: khẩu trang lọc bụi hoặc hơi hóa chất hữu cơ, găng tay, giày ủng an toàn, mũ an toàn công nghiệp, quần bảo hộ lao động... - Không được ăn uống trong quá trình làm việc. - Khi dừng, nghỉ làm việc cần vệ sinh cơ thể sạch sẽ, có thể phải khử độc, khử trùng khi cần thiết.
14	Nhiệt/bỏng	- Khi làm việc tại vị trí gia nhiệt cần phải cẩn trọng tránh chạm trực tiếp vào thiết bị, dễ gây bỏng. - NLD cần sử dụng găng tay cách nhiệt - NLD vận hành máy gia nhiệt đun sợi, khi nhiệt độ cao hóa lỏng nhựa (cần thoát khí ra ngoài) tạo nên tiếng nổ bắn nhựa ra ngoài. Do vậy cần có biện pháp khắc phục hiện tượng này bằng cách: - Có cơ cấu che chắn tránh hiện tượng nhựa lỏng nóng bắn ra ngoài. - NLD phải chú ý quan sát và cẩn trọng khi làm việc ở vị trí này.

Kết quả nghiên cứu KHCN

TT	Mối nguy	Biện pháp kiểm soát
15	Bụi	- Cần vệ sinh sạch sẽ nhà xưởng sau ngày làm việc - Thu, hút bụi trên mái, trên tường, trên máy... tránh tích bụi tích điện sẽ dễ gây cháy nổ. - Lắp đặt quạt thông gió, hút bụi - Xử lý bụi định kỳ - NLĐ làm việc cần phải sử dụng khẩu trang hoặc bán mặt nạ lọc bụi
16	Vi khí hậu	- NLĐ không được hút thuốc lá, ăn uống trong giờ làm việc - NLĐ phải uống đủ nước hoặc bổ sung điện giải để cơ thể không bị mất nước trong thời gian làm việc - Mặc quần áo phù hợp với nhiệt độ không khí, đồng thời sử dụng PTBVVN hợp lý. - Trong nhà xưởng cần có thông gió, hút bụi hợp lý
17	Ecgonomi	- NLĐ có tư thế lặp đi lặp lại (khí cúi xuống, ngẩng lên lấy đưa nguyên liệu vào máy nghiền, máy xay...) phải chú ý đúng tư thế và đảm bảo an toàn.
18	Nâng nhắc vật nặng	- NLĐ khi bốc vác nguyên liệu, sản phẩm hết sức chú ý, luôn đúng tư thế tránh quá sức... - Cần kiểm tra trước khi nâng, nhắc vật nặng đúng tư thế và đảm bảo an toàn.
19	Sửa chữa, vệ sinh máy, khoang giặt/máy giặt, rửa nguyên liệu	- NLĐ cần trọng trong quá trình sửa chữa bảo trì, vệ sinh khoang giặt, bể làm sạch, phải sử dụng PTBVVN cần thiết (găng tay, ủng an toàn, khẩu trang, mũ an toàn công nghiệp...), tránh các guồng sắc bằng kim loại của bồn giặt va, đâm vào tay, chân.

KẾT LUẬN

Đánh giá rủi ro trong các cơ sở tái chế nhựa thủ công đã chỉ ra những rủi ro cao trong các mối nguy về ATLĐ, ví dụ: Nhà xưởng bố trí chưa hợp lý, khoa học nên phát sinh nhiều mối nguy lớn. Các mối nguy về SKNN trong đó các mối nguy về vật lý như tiếng ồn cũng cần có biện pháp giảm thiểu. Hơi khí độc VOCs mới ở mức phát hiện có nhưng cũng là mối nguy cần quan tâm và có kế hoạch kiểm soát vì đây là tác nhân có thể gây ung thư nếu tiếp xúc trong thời gian dài. Một số biện pháp kiểm soát tại các cơ sở này nên bắt đầu từ các biện pháp dễ thực hiện nhất là BPKS hành chính....

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đỗ Trần Hải, Phạm Quốc Quân (2017), "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, số 1&2, pp 77-82.

[2]. Đỗ Trần Hải, Phạm Quốc Quân, Nguyễn Thắng Lợi (2017), "Đánh giá phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động và rủi ro sức khỏe nghề nghiệp do tác động của các thông số vi khí hậu", Tạp chí Bảo hộ Lao động, số 4, pp 28-34.

[3]. Đỗ Trần Hải, Nguyễn Thắng Lợi, Phạm Quốc Quân (2017), "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", Tạp chí hoạt động KHCN An toàn – Sức khỏe và Môi trường số 1,2,3 -2020;

[4]. Đỗ Trần Hải, Nguyễn Thắng Lợi, Phạm Quốc Quân (2017), "Phân loại chất lượng vệ sinh môi trường lao động và rủi ro sức khỏe nghề nghiệp do tác động của các yếu tố hóa học trong không khí nơi làm việc", Tạp chí hoạt động KHCN Sức khỏe và Môi trường số 1,2,3 -2020;

[5]. Mădălina Elena Grigore, Michele Rosano (2017), "Methods of Recycling, Properties and Applications of Recycled Thermoplastic Polymers", Published: 28 November 2017, www.mdpi.com/journal/recycling.

THỰC TRẠNG MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG TRONG CÁC CƠ SỞ SẢN XUẤT NGUYÊN LIỆU NHỰA TỪ NHỰA TÁI CHẾ

TS. Nguyễn Thị Thu Thủy⁽¹⁾, ThS. Phạm Thị Kim Nhung⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

⁽²⁾Phân Viện Khoa học An toàn Vệ sinh lao động và Bảo vệ Môi trường miền Nam

Tóm tắt:

Thực trạng môi trường trong các cơ sở tái chế nhựa được đánh giá qua quy mô, quy trình công nghệ sản xuất, cách bố trí mặt bằng sản xuất... và qua các thông số quan trắc môi trường như vi khí hậu, bụi, tiếng ồn, hơi hóa chất độc hại... Bài báo này, trình bày kết quả phân tích về thực trạng môi trường trong 15 cơ sở sản xuất nguyên liệu từ nhựa tái chế trên phạm vi cả ba miền là miền Bắc, miền Trung và miền Nam.

1. MỞ ĐẦU

Vấn đề phế thải nhựa, tận dụng, tái sử dụng, tái chế chúng làm nguyên liệu cho quá trình sản xuất khác không chỉ Việt Nam mà trên toàn thế giới đã và đang là mối quan tâm hàng đầu [1],[2],[5]. Tái chế nhựa không những tiết kiệm chi phí mua nguyên vật liệu mới mà còn tiết kiệm năng lượng để chế tạo các hạt nhựa nguyên sinh [3],[4]. Tại Việt Nam, tái chế nhựa đi vào cuộc sống từ các hộ gia đình từ các làng nghề, đến các cơ sở vừa và nhỏ, và các doanh nghiệp nhựa lớn. Với quy mô đa dạng và phong phú như vậy, việc quản lý và thực hiện công tác an toàn vệ sinh lao động (ATVSLĐ) trong các cơ sở này vẫn là câu hỏi cần các nhà quản lý, các chuyên gia quan tâm. Bài báo này, đưa ra những phân tích và đánh giá thực trạng môi trường lao động (MTLD) tại các cơ sở sản xuất nguyên liệu nhựa từ nhựa tái chế mà nhóm thực hiện đã khảo sát, thu thập được, từ đó tìm hiểu rõ những nét đặc thù về điều kiện lao động của ngành sản xuất này.

2. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phạm vi nghiên cứu: Các cơ sở sản xuất nguyên liệu nhựa từ nhựa tái chế

Đối tượng nghiên cứu: Môi trường lao động trong các cơ sở sản xuất nguyên liệu từ nhựa tái chế tại 3 miền, miền Bắc, miền Trung và miền Nam Việt Nam.

Phương pháp nghiên cứu:

- Thông tin hiện trường được thu thập bằng kỹ thuật phỏng vấn người lao động (NLĐ) và người sử dụng lao động (NSDLĐ) trong các cơ sở tái chế nhựa được khảo sát, trong đó có 5 cơ sở tại miền Bắc, 2 cơ sở tại miền Trung và 8 cơ sở tại miền Nam. (Việc liên hệ công tác và phỏng vấn thông tin tại doanh nghiệp không dễ dàng nên quá trình phỏng vấn được thực hiện theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên thuận tiện).

- Thu thập dữ liệu quan trắc về các thông số môi trường trong MTLD của 15 cơ sở sản xuất

nguyên liệu nhựa từ nhựa tái chế.

- Xử lý số liệu phân tích số liệu thống kê bằng công cụ hỗ trợ như Microsoft Excel và SPSS 16.0.

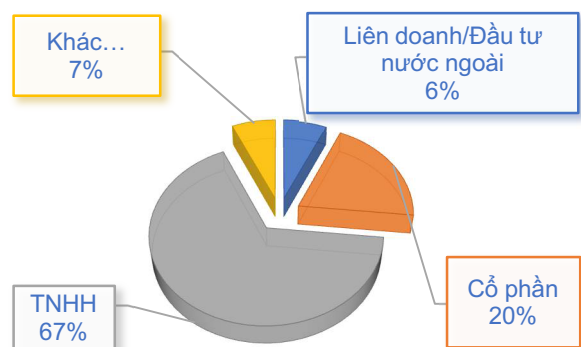
3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ TRONG TÁI CHẾ NHỰA

Trong 15 cơ sở này, hoạt động tái chế nhựa được thực hiện bởi hai nhóm đơn vị: các cơ sở tái chế nhựa từ các hộ gia đình tại các làng nghề và các cơ sở vừa và nhỏ và các doanh nghiệp nhựa lớn (tái chế là một phần của sản xuất nhựa).

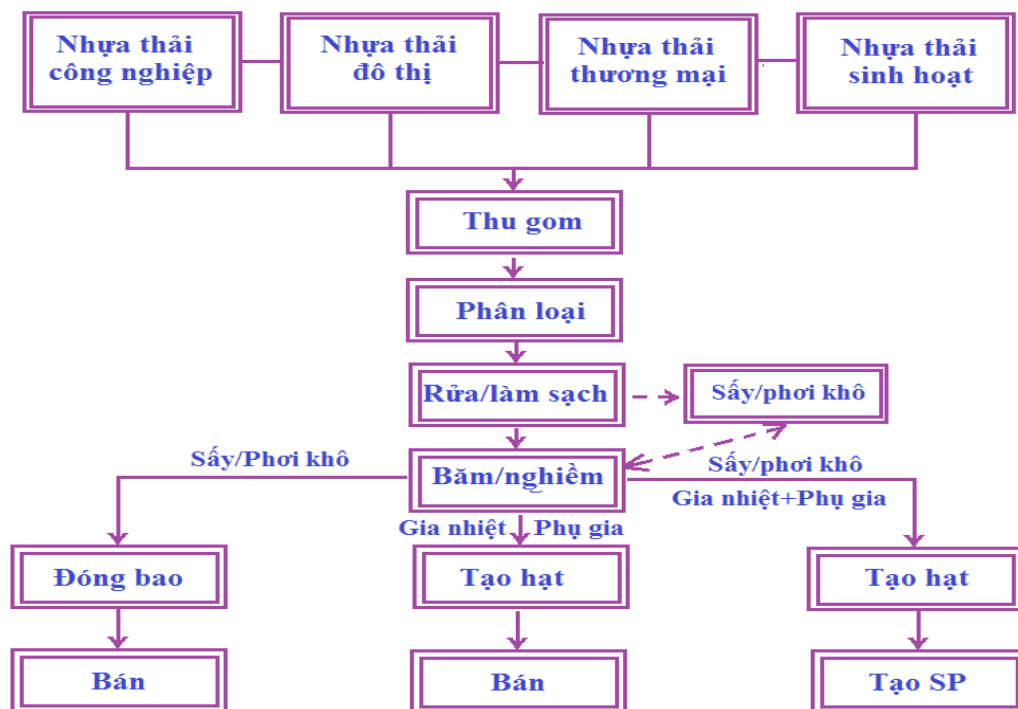
Qua khảo sát thấy rằng mô hình hoạt động của các cơ sở tái chế nhựa 100% là những doanh nghiệp tư nhân, trong đó bao gồm các công ty TNHH, công ty cổ phần và các cơ sở sản xuất nhỏ lẻ (Hình 1). Tùy theo nội lực của mình, các cơ sở tái chế này sẽ đầu tư máy móc sản xuất nhiều hay ít, hiện đại hay lạc hậu.

Quá trình tạo ra hạt nhựa tái sinh từ nhựa thải qua một số công đoạn cơ bản như: Thu gom,

phân loại, làm sạch, băm/nghiền/xay, gia nhiệt kéo sợi, giải nhiệt làm lạnh, tạo hạt, đóng gói sản phẩm. Một số cơ sở xay nhựa, một số khác tạo hạt đóng gói và đem bán, còn đa số các đơn vị có thể tạo hạt tái sinh làm nguyên liệu đầu vào cho quá trình tạo thành phẩm của công ty (Hình 2). Do vậy, quy trình công nghệ sản xuất hạt nhựa tái sinh có thể là 1 trong 2 quy trình sau:



Hình 1. Mô hình hoạt động của các cơ sở tái chế



Hình 2. Quy trình sản xuất hạt nhựa từ nhựa phế thải

Kết quả nghiên cứu KHCV

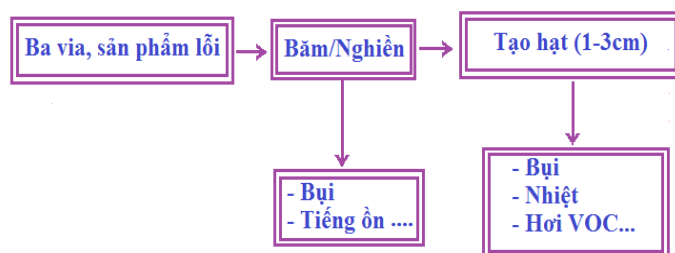
* Quy trình 1: Công nghệ tái chế trong các doanh nghiệp nhựa lớn

Nguyên liệu để sản xuất hạt nhựa tái chế là các bavia, các sản phẩm lỗi trong sản xuất của công ty, nhựa phế liệu đã làm sạch sơ bộ từ bên ngoài được thu mua để tái chế (Hình 3).

Công nghệ pha trộn giữa hạt nhựa tái sinh kết hợp với các nguyên liệu chính là phương pháp hữu hiệu và tốt nhất được hầu hết các doanh nghiệp nhựa sử dụng để hạ thấp giá thành sản phẩm, nâng cao tính cạnh tranh nhưng vẫn đáp ứng được chất lượng sản phẩm.

* Quy trình 2: công nghệ sản xuất hạt nhựa tái chế trong các cơ sở sản xuất tái chế hoàn toàn

Hầu hết các cơ sở tái chế nhựa sử dụng công nghệ này có qui mô vừa và nhỏ, nguồn nguyên liệu được cung cấp từ việc thu mua phế liệu. Đây là một ưu điểm của các cơ sở tái chế nhựa hiện nay, vì mạng lưới thu mua nguyên liệu nhựa phế thải rộng khắp, sản phẩm đa dạng, có khả năng thích ứng nhanh và thể hiện tính linh hoạt cao với sự thay đổi của thị trường. Tuy nhiên, công nghệ sản xuất hạt nhựa tái sinh, nhìn chung còn lạc hậu và tiềm ẩn nhiều nguy cơ mất ATVSLĐ (Hình 4).



Hình 3. Sản xuất hạt nhựa từ bavia, sản phẩm lỗi cùng dòng thải



Hình 4. Quy trình sản xuất hạt nhựa cùng năng lượng và dòng thải

Ở quy trình dạng này, hạt nhựa tái sinh được tạo ra bằng công nghệ hoàn toàn tự động (công nghệ tự động) hoặc qua từng công đoạn gián đoạn (công nghệ gián đoạn).

Với công nghệ tự động, quá trình tạo hạt bắt đầu từ công đoạn nạp liệu, đưa nguyên liệu lên băng chuyền, sau đó nhựa được chuyển vào thiết bị băm sơ bộ. Nhựa sau băm được qua bể nước có gắn cánh khuấy để làm sạch, tiếp đó là nghiền nhỏ và được chuyển vào thiết bị gia nhiệt đun sôi. Sau thiết bị gia nhiệt đun sôi, các sợi nhựa mịn được đưa qua làm mát định hình và chuyển đến máy tạo hạt. Hạt nhựa tái sinh thành phẩm sẽ được hút vào các xylo chứa hạt nhựa và đóng bao, rồi vận chuyển vào kho.

Ở công nghệ gián đoạn, các hạt nhựa được tạo thành qua các công đoạn sản xuất như sau:

(1) Phân loại nhựa/ kiểm đếm

Phân loại các loại như bao bì, túi nilon, chai lọ bằng nhựa được thực hiện để đảm bảo chất lượng của sản phẩm cuối cùng có nguồn gốc từ nhựa thải sẽ được cải thiện đáng kể, khi các chất ô nhiễm được loại bỏ và độ ẩm được giảm đến mức tối đa trước khi đem đi tái chế. Tuy nhiên, ở cơ sở nhập về những bao bì nhựa thải đã làm sạch, thì khâu phân loại không sử dụng nữa mà thay vào đó là khâu kiểm đếm các bao bì này.

(2) Làm sạch/rửa

Công đoạn này rất quan trọng, bởi vì phế liệu nhựa sạch sẽ có giá cao hơn và chất lượng sản phẩm tạo ra sẽ tốt và đẹp hơn. Nhựa có thể được làm sạch ở nhiều giai đoạn khác nhau trong quá trình tái chế như: trước, sau hoặc ngay khi phân loại. Nhựa cứng thường được rửa sạch lần nữa sau khi chúng được cắt nhỏ. Phế liệu nhựa có thể được rửa bằng tay hoặc bằng máy. Máy rửa gồm một bể nước có gắn bộ cánh khuấy chạy với tốc độ chậm. Nhựa được ngâm trong bể nước nhiều giờ, trong khi các cánh khuấy hoạt động liên tục. Chất bẩn (chủ yếu là đất cát) sẽ lắng xuống và nhựa sạch được vớt lên. Nếu phế liệu bị dính dầu mỡ thì có thể rửa bằng nước nóng với xà bông, thuốc tẩy hoặc với

NaOH (đây là công đoạn mà các cơ sở tái chế thủ công thường hay sử dụng).

(3) Phơi hoặc sấy khô

Hầu hết các cơ sở tái chế đều có qui mô vừa và nhỏ, do đó diện tích sân phơi thường không lớn. Phế liệu nhựa có thể được phơi khô bằng tự nhiên hoặc sấy khô bằng máy. Nếu phơi bằng môi trường tự nhiên thì nhựa được trải ra sân phơi dưới nắng và được trở mặt đều đặn. Loại nhựa tấm có thể treo thành từng hàng. Như vậy sẽ có thể giảm được diện tích sân phơi so với việc phải trải ra. Nếu sử dụng hệ thống sấy thì trong hệ thống sản xuất hạt nhựa tái sinh sẽ tích hợp lò sấy và phải đặt các thông số độ ẩm nhất định.

(4) Xay/Băm/Nghiền nhựa

Kỹ thuật xay/băm/nghiền nhựa nhỏ là kỹ thuật chia nhỏ vật liệu bằng nhiều cách nhằm làm tăng thêm số lượng nguyên liệu tái chế và thuận lợi cho việc vận chuyển và dễ dàng đưa vào các thiết bị máy móc.

Nhựa thô sau khi phân loại sẽ được cho vào máy xay/băm/nghiền để băm nhỏ ra. Nguyên liệu được đổ vào một cái phễu ở phía trên máy xay/băm/nghiền nhựa, lưỡi cắt xoay đều và cắt ra thành nhiều mảnh nhỏ. Sau đó, chúng sẽ được qua một vĩ lọc và rơi xuống thùng chứa đặt phía dưới.

(5) Kết tụ, hóa rắn (có hoặc không có tùy thuộc vào từng loại nhựa phế thải)

Các loại nhựa mềm (túi xách, drap trải giường...) không thích hợp để đưa vào các thiết bị máy móc như máy băm, máy đun. Vì vậy, các dạng nguyên liệu này phải kết tụ chúng trước khi cắt, bằng cách làm cho nó nóng lên bằng nhiệt sau đó cho nó đông lại. Quá trình này giúp cải thiện chất lượng của sản phẩm cuối cùng, làm tăng tỷ trọng của nguyên liệu, có thể tạo thêm nhiều nguyên liệu để cho vào máy đun, và có thể giúp tăng năng suất sản xuất. Nguyên liệu kết tụ phải sạch, vì các tạp chất sẽ ảnh hưởng đến tính chất của nhựa và hiển nhiên độ dẻo của nhựa sẽ không đạt yêu cầu. Chất bẩn cần được lấy ra trong suốt quá trình này.

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bên trong máy kết tụ có gắn lưới cắt quay với tốc độ cao sẽ tạo ra hơi nóng do ma sát. Nguyên liệu thô sẽ tăng tỷ trọng do chúng bị co lại. Khi nguyên liệu vừa nguội, chúng trở nên rắn và được cắt thành những hạt nhỏ, cứng. Hơi nóng sẽ càng tăng lên nếu má nhiệt được lắp quanh máy hoặc thổi hơi nước nóng vào. Quá trình làm nguội sẽ xảy ra nhanh hơn nếu cho thêm một ít nước hoặc dùng máy thổi khí lạnh. Đôi khi, những mảnh vụn này sẽ được qua một cái rây để loại bỏ bụi bẩn. Lưới cắt quay nhờ có motor điện có gắn dây curoa. Nguyên liệu sau đó sẽ tự động được trút vào bao.

(6) Gia nhiệt kéo sợi

Nạp liệu vào máy gia nhiệt, nhiệt độ trong máy đạt đến độ nóng chảy của nhựa và đùn thành sợi cho qua bước giải nhiệt làm lạnh.

(7) Giải nhiệt làm lạnh: Ở công đoạn này, nhựa được kéo thành sợi mịn chảy trong bể nước đưa đến máy cắt hạt.

(8) Tạo hạt

Nhựa cứng sau khi nghiền nhỏ và nhựa xốp là nguyên liệu của quá trình đùn và tạo hạt để sản xuất hạt nhựa. Hạt nhựa này sẽ trở thành nguyên liệu đầu vào của các quá trình ép thành sản phẩm khác.

(9) Cân, đóng gói và vận chuyển vào kho

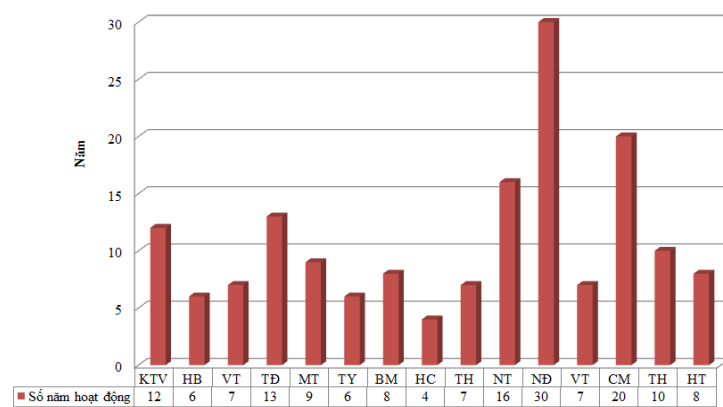
Hạt nhựa tái sinh thành phẩm được đóng vào từng bao có khối lượng từ 25kg và được vận chuyển vào kho chứa sản phẩm.

4. THỰC TRẠNG MÔI TRƯỜNG SẢN XUẤT TRONG CÁC CƠ SỞ TÁI CHẾ NHỰA

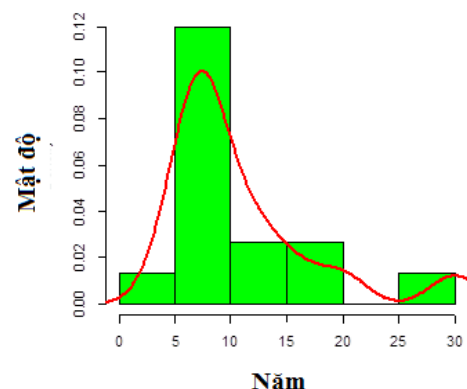
4.1. Thực trạng nhà xưởng sản xuất

Thực trạng môi trường sản xuất trong các cơ sở tái chế được thực hiện qua 300 phiếu câu hỏi khảo sát và những thông tin thực tế ghi nhận tại 15 doanh nghiệp trên phạm vi của cả 3 miền: miền Bắc, miền Trung và miền Nam.

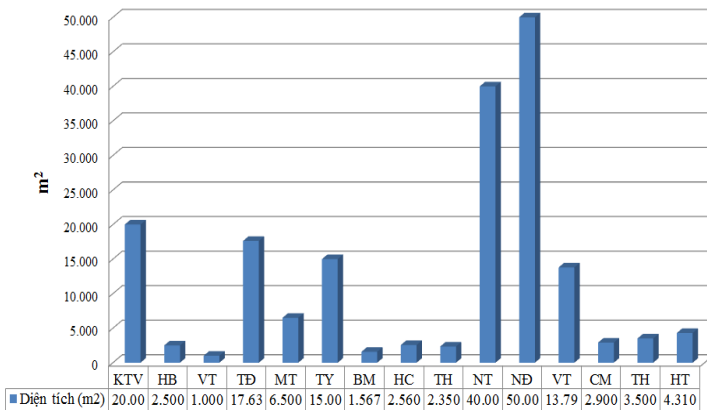
Nhìn chung, các cơ sở tái chế được khảo sát có số năm hoạt động khá non trẻ, tỷ lệ năm hoạt động từ 4-10 năm chiếm 67%, đó là những cơ sở có khả năng tái chế nhựa hoàn toàn. Các cơ sở sản xuất nhựa lớn có số năm hoạt động 20 năm, 30 năm (2/15 cơ sở đã khảo sát), quy trình tái chế nhựa chỉ là công đoạn đơn giản trong một chuỗi sản xuất của họ (Hình 5, Hình 6). Diện tích mặt bằng sản xuất của các cơ sở tái chế nhựa đa số nằm trong khoảng từ 2.000-10.000m² (Hình 7, Hình 8). Ở những cơ sở nhỏ lẻ (quy mô hộ gia đình), bố trí nhà xưởng còn bừa bộn, kho và dây chuyền sản xuất hạt nhựa cùng bố trí trên mặt bằng nhà xưởng, đường dây điện và nước ẩm ướt trên mặt sàn có thể tạo ra những mối nguy đến người lao động.



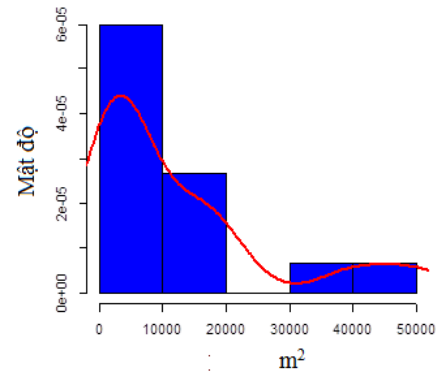
Hình 5. Số năm hoạt động (KTV, HB...: tên viết tắt của các cơ sở tái chế nhựa)



Hình 6. Phân bố năm hoạt động của các cơ sở tái chế nhựa



Hình 7. Diện tích của các cơ sở tái chế



Hình 8. Phân bố diện tích nhà xưởng

Có 05/15 cơ sở khảo sát bố trí dây chuyền sản xuất trên mặt bằng nhà xưởng quy mô công nghiệp, có hệ thống báo động cháy nổ, 02/15 nhà xưởng có hệ thống dập cháy tự động. Đây là một giải pháp rất cần thiết nhằm phòng cháy nổ trong các nhà xưởng tái chế nhựa.

4.2. Kết quả khảo sát các thông số môi trường và hơi khí độc trong các xưởng tái chế

Khảo sát, đo đạc các thông số môi trường trong các cơ sở tái chế nhựa, cho một số các kết quả như sau:

* Thông số vi khí hậu

Nghiên cứu đã tiến hành lấy mẫu vi khí hậu (bao gồm các yếu tố nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió và bức xạ nhiệt) tại 9 vị trí trong sản xuất: kho nguyên liệu, kiểm đếm nguyên liệu, nạp liệu, làm sạch, nghiền, gia nhiệt kéo sợi, giải nhiệt làm lạnh, tạo hạt và đóng gói hạt nhựa của các cơ sở tái chế nhựa trên cả 3 miền Bắc, Trung, Nam của nước ta. Giá trị trung bình của các yếu tố độ ẩm và vận tốc gió tại tất cả các công đoạn đã khảo sát đều nằm trong giới hạn cho phép của Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn tiếp xúc với các yếu tố vi khí hậu tại nơi làm việc (QCVN 26:2016/BYT); nhiệt độ trung bình tại các công đoạn gia nhiệt kéo sợi, giải nhiệt làm lạnh, kiểm đếm nguyên liệu, nghiền và tạo hạt cao hơn giới hạn tiếp xúc cho phép đối với loại lao động trung

bình theo QCVN 26:2016/BYT khoảng 0,3 đến 1,9°C. Nhiệt độ trung bình tại hầu hết các công đoạn sản xuất khác đều ở mức xấp xỉ giá trị giới hạn cho phép. Nhiệt độ trung bình cao nhất ghi nhận tại công đoạn gia nhiệt kéo sợi, với giá trị 34,9 (SD=±2,03)°C và nhiệt độ trung bình thấp nhất ở công đoạn kho nguyên liệu (30,8±1,60°C). Đối với cường độ bức xạ nhiệt, chỉ có các vị trí làm việc (VLV) trong kho nguyên liệu có cường độ bức xạ đạt Tiêu chuẩn 5508:2009 về yêu cầu điều kiện vi khí hậu tại nơi làm việc, tất cả các VLV còn lại đều vượt Tiêu chuẩn cho phép, mức độ cao hơn so với giới hạn cường độ bức xạ nhiệt theo diện tích tiếp xúc đối với loại lao động trung bình tại nơi lao động của họ từ 0,3 đến 11,4 W/m² (Bảng 1).

Khảo sát các yếu tố VKH trong MTLĐ tái chế nhựa theo từng vùng miền của nước ta cho thấy, nhiệt độ trung bình ở miền Bắc và miền Trung cao hơn giới hạn tiếp xúc cho phép (QCVN 26:2016/BYT), tương ứng ở mức 34,4°C và 34,3°C (Bảng 2). Cụ thể, về phân bố nhiệt độ theo 3 vùng miền khác nhau của Việt Nam (Bắc, Trung, Nam) cho thấy: các giá trị nhiệt độ ghi nhận được tại các xưởng tái chế nhựa phân bố trong khoảng 30°C đến trên 38°C (Hình 9).

- Nhiệt độ tại các xưởng tái chế ở khu vực miền Nam thường tập trung nhiều trong khoảng 30°C đến 32°C; tại các cơ sở tái chế nhựa miền

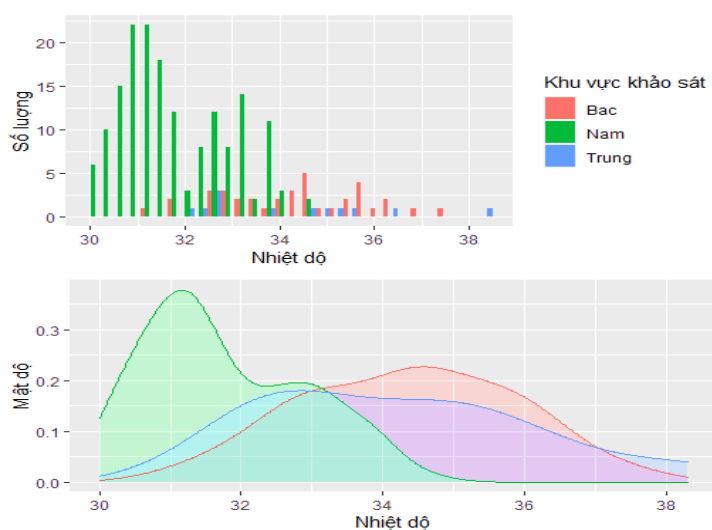
Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 1. Giá trị trung bình của các yếu tố VKH tại 9 công đoạn trong tái chế nhựa

Vị trí làm việc	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Tốc độ gió (m/s)	Bức xạ nhiệt (W/m ²)
	Mean (SD)			
Kho nguyên liệu	30,8 (1,60)	64,7 (3,13)	0,300 (0,057)	65,9 (13,4)
Kiểm đếm nguyên liệu	33,4 (2,32)	59,6 (3,44)	0,303 (0,051)	75,4 (19,8)
Làm sạch	31,5 (0,952)	66,1 (3,54)	0,368 (0,144)	73,9 (14,0)
Nạp liệu	31,9 (1,02)	64,5 (5,88)	0,319 (0,091)	70,3 (14,3)
Nghiền	32,3 (1,73)	62,7 (4,59)	0,336 (0,092)	81,1 (15,1)
Gia nhiệt kéo sợi	34,9 (2,03)	63,0 (1,58)	0,343 (0,071)	75,5 (28,7)
Giải nhiệt làm lạnh	33,6 (1,35)	57,3 (2,69)	0,771 (0,556)	75,9 (21,5)
Tạo hạt	33,2 (0,961)	62,5 (4,61)	0,321 (0,175)	81,4 (12,2)
Đóng gói sản phẩm	31,5 (1,24)	65,7 (4,16)	0,281 (0,087)	74,1 (11,3)

Bảng 2. Giá trị trung bình của các yếu tố vi khí hậu theo vùng miền

Vùng miền Thông số	Miền Bắc	Miền Nam	Miền Trung	Tổng số
	Mean (SD)			
Nhiệt độ (°C)	34,4 (1,51)	31,8 (1,14)	34,3 (1,93)	32,4 (1,65)
Độ ẩm (%)	63,9 (3,73)	63,2 (4,78)	67,5 (6,76)	63,5 (4,83)
Tốc độ gió (m/s)	0,462 (0,369)	0,307 (0,100)	0,415 (0,276)	0,340 (0,195)
Bức xạ nhiệt (W/m ²)	32,9 (0,907)	78,3 (10,9)	-	76,0 (14,6)



Hình 9. Biểu đồ tần suất phân bố nhiệt độ MTLĐ theo vùng miền

Trung phân bố nhiều trong khoảng 32°C -37°C; và tại khu vực miền Bắc phân bố nhiều trong khoảng 31°C đến 37°C (Hình 9).

- Cường độ bức xạ nhiệt trung bình tại các cơ sở tái chế nhựa khu vực phía Bắc thấp hơn tiêu chuẩn cho phép, $32,9 \pm 0,907 \text{ W/m}^2$, nhưng ở các cơ sở tái chế nhựa phía Nam lại cao hơn tiêu chuẩn cho phép, $78,3 \pm 10,9 \text{ W/m}^2$ (Bảng 2)

* Tiếng ồn trong các xưởng tái chế

Kết quả ở Bảng 3 cho thấy: (i) mức áp suất âm tương đương tại các VLV trong kho nguyên liệu là thấp nhất và mức dao động về giá trị đo đặc giữa các phân xưởng khác nhau khá lớn ($70,9 \pm 8,97$); (ii) mức áp suất âm tương đương trung bình cao nhất được ghi nhận tại các VLV thuộc công đoạn nghiền, với cường độ là $86,1 \pm 4,76$; (iii) tại các VLV còn lại, cường độ ồn chung trung bình thường dao động trên 80 dBA đến khoảng xấp xỉ giá trị giới hạn tiếp xúc cho

phép theo Quy chuẩn 24:2016/BYT - giới hạn tiếp xúc cho phép về cường độ ồn tại nơi làm việc (84,4dBA). Quá trình khảo sát đồng thời về mức áp suất âm tại 8 dải ôc-ta cho thấy đặc tính ồn của MTLD ngành tái chế thường ghi nhận giá trị cao tại các dải tần số lớn, với giá trị trung bình tương ứng là 80,1dBA và 78,1dBA. Tại công đoạn nghiền, mức áp suất âm cao hơn giới hạn tiếp xúc cho phép ghi nhận tại 2 dải tần 1000Hz và 2000Hz. Mức áp suất âm tương đương cũng cao hơn Quy chuẩn cho phép ở dải tần 2000Hz tại công đoạn gia nhiệt - kéo sợi (78,4dBA).

Mức ồn chung tương đương tại các cơ sở tái chế nhựa ở miền Bắc cao nhất trong 3 vùng miền được khảo sát và cường độ trung bình cao hơn giới hạn tiếp xúc cho phép theo QCVN 24:2016 (ở mức $88,7\text{dBA} \pm 5,43\text{dBA}$). Kể đến là mức ồn chung tương đương trung bình tại các cơ sở ở miền Trung là $84,7\text{dBA} \pm 12,6\text{dBA}$, xấp xỉ giới hạn tiếp xúc cho phép, sự khác biệt về

Bảng 3. Giá trị trung bình của độ ồn tại 9 công việc của ngành tái chế nhựa

Công đoạn	Mức áp suất âm tương đương (dBA)	Mức áp suất âm ở 8 dải ôc ta (dBA) Mean (SD)							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Giới hạn cho phép	85	99	92	86	83	80	78	76	74
Kho nguyên liệu	70,9 (8,97)	43,8 (3,62)	51,9 (5,11)	59,0 (5,86)	64,9 (6,47)	66,0 (9,04)	63,9 (8,83)	56,3 (7,38)	47,3 (11,1)
Kiểm đếm nguyên liệu	82,8 (6,16)	52,4 (5,10)	63,3 (5,93)	71,1 (6,31)	77,1 (5,15)	77,3 (6,26)	75,9 (6,31)	69,8 (5,67)	64,9 (8,64)
Làm sạch	84,7 (7,96)	54,7 (9,01)	64,5 (6,86)	71,6 (7,54)	77,1 (6,07)	79,4 (5,75)	78,9 (6,35)	70,8 (7,96)	64,1 (10,7)
Nạp liệu	84,0 (7,60)	54,9 (7,12)	65,1 (6,39)	72,3 (6,69)	78,0 (6,33)	79,6 (6,73)	78,3 (6,55)	71,9 (7,13)	65,7 (9,61)
Nghiền	86,1 (4,76)	57,4 (3,19)	66,9 (2,00)	76,3 (3,91)	80,8 (5,36)	80,1 (5,49)	78,1 (4,75)	73,5 (4,55)	67,7 (3,75)
Gia nhiệt kéo sợi	85,3 (6,92)	55,4 (5,32)	65,3 (4,95)	73,6 (6,95)	78,3 (7,96)	79,5 (7,71)	78,4 (6,45)	72,9 (10,6)	67,6 (13,4)
Giải nhiệt làm lạnh	84,8 (5,33)	54,9 (6,67)	64,2 (6,27)	73,1 (6,66)	79,0 (6,01)	79,8 (5,76)	78,5 (5,83)	70,7 (5,80)	61,1 (8,84)
Tạo hạt	82,8 (2,81)	54,1 (4,51)	63,3 (4,44)	70,8 (4,92)	76,0 (3,86)	77,6 (3,45)	77,0 (3,45)	70,6 (4,52)	63,4 (6,24)
Đóng gói sản phẩm	76,6 (3,74)	47,9 (5,72)	57,7 (4,91)	64,5 (5,13)	70,1 (4,15)	71,6 (4,24)	70,2 (3,69)	64,1 (5,33)	56,4 (7,59)

Kết quả nghiên cứu KHCN

cường độ ồn chung tại các phân xưởng tái chế nhựa ở miền Trung cao hơn so với các cơ sở tái chế ở miền Bắc và miền Nam của nước ta. Cường độ ồn chung trung bình tại các cơ sở tái chế nhựa miền Nam thấp nhất, nhưng vẫn ở mức khá cao $80,5 \pm 54,4$ dBA (Bảng 4).

* Nồng độ bụi tại các công đoạn trong tái chế nhựa

Nồng độ bụi toàn phần trung bình của ngành tái chế nhựa là $1,04 \pm 0,722$ mg/m³; và nồng độ bụi hô hấp trung bình khoảng $0,466 \pm 0,334$ mg/m³. Việc quản lý, bố trí mặt bằng sản xuất và công suất hoạt động có sự khác nhau ở các cơ sở tái chế nhựa trên các vùng miền dẫn đến sự khác biệt về nồng độ bụi toàn phần và bụi hô hấp tại cùng một công đoạn sản xuất. Trong đó, giá trị nồng độ bụi hô hấp trung bình và bụi toàn phần trung bình tại tất cả các VLV của 9 công đoạn tái chế nhựa đều nằm trong giới hạn tiếp xúc về bụi thông thường theo quy

định tại QCVN 02:2019/BYT, cụ thể:

Nồng độ bụi toàn phần trung bình lớn nhất được ghi nhận tại công đoạn nghiền: $2,51$ mg/m³; nồng độ bụi toàn phần trung bình nhỏ nhất được ghi nhận tại công đoạn kho nguyên liệu $0,459$ mg/m³ (Hình 10).

Nồng độ bụi hô hấp cao nhất ở công đoạn nghiền: $0,817$ mg/m³ và thấp nhất ở kho nguyên liệu: $0,208$ mg/m³ (Hình 10).

Giá trị nồng độ bụi toàn phần và bụi hô hấp khi khảo sát ở khu vực phía Bắc Việt Nam (tương ứng là $1,36 \pm 0,937$ mg/m³; và $0,621 \pm 0,444$ mg/m³) cao hơn ở 2 vùng miền còn lại của nước ta, với mức cao hơn khoảng 1,5 lần (Bảng 5).

* Yếu tố dung môi dễ bay hơi (VOCs)

Nghiên cứu cũng đã tiến hành lấy mẫu hơi khí độc hữu cơ, bao gồm các loại benzen, toluene và xylene và vinylclorua. Các giá trị nồng độ trung bình của các yếu tố hơi khí hữu cơ tại

Bảng 4. Giá trị trung bình của tiếng ồn trong MTLĐ phân theo vùng miền

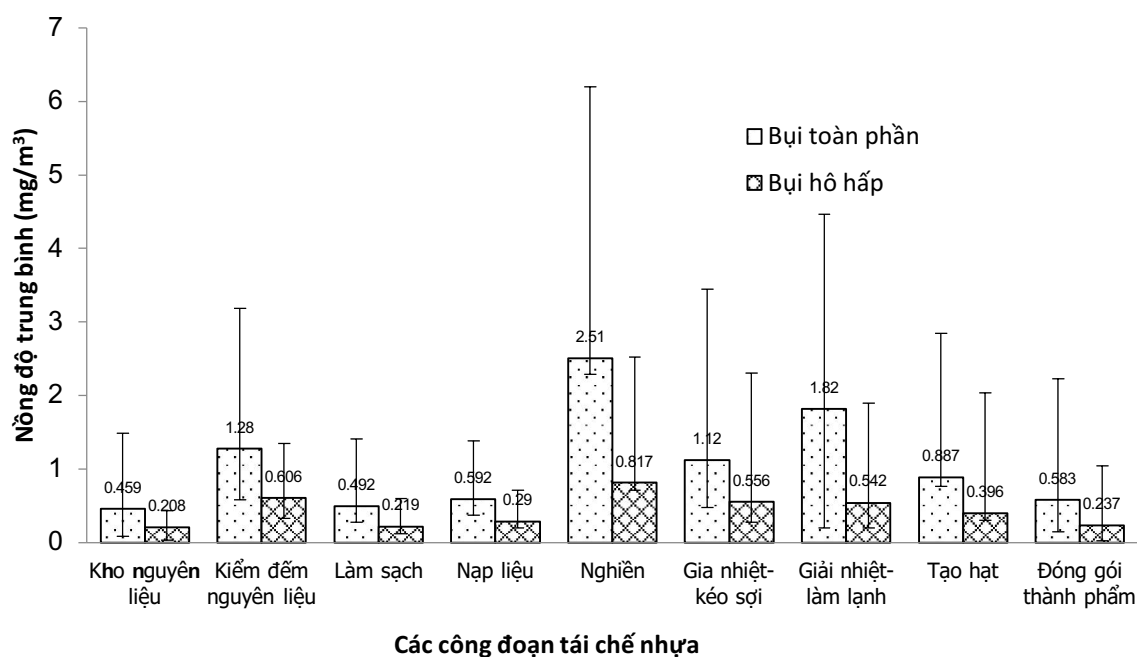
Vùng miền Thông số		Bắc	Nam	Trung	Tổng số
		Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Mức ồn chung (dBA)		88,7 (5,43)	80,5 (5,54)	84,7 (12,6)	81,8 (6,69)
Mức áp suất âm ở dải tần (dBA)	63 Hz	57,1 (4,70)	51,8 (6,86)	56,1 (4,59)	52,6 (6,81)
	125 Hz	67,1 (3,01)	61,3 (6,43)	67,3 (4,69)	62,3 (6,40)
	250 Hz	76,4 (5,04)	68,3 (6,51)	79,6 (4,28)	69,8 (7,09)
	500 Hz	80,3 (6,95)	74,1 (5,83)	85,1 (2,53)	75,3 (6,54)
	1000 Hz	82,1 (7,55)	75,3 (5,62)	87,2 (1,43)	76,6 (6,58)
	2000 Hz	80,1 (7,00)	74,3 (6,01)	83,9 (2,25)	75,5 (6,56)
	4000 Hz	75,4 (7,20)	67,4 (6,37)	78,9 (4,24)	68,9 (7,23)
	8000 Hz	71,1 (7,91)	59,5 (8,51)	74,4 (6,00)	61,7 (9,55)

Bảng 5. Giá trị nồng độ trung bình của bụi trong MTLĐ phân theo vùng miền

Vùng miền Thông số		Bắc	Nam	Trung	Tổng số
		Mean (SD)			
Nồng độ bụi toàn phần (mg/m ³)		1,36 (0,937)	0,866 (0,428)	0,887 (0,795)	1,04 (0,722)
Nồng độ bụi hô hấp (mg/m ³)		0,621 (0,444)	0,371 (0,184)	0,428 (0,333)	0,466 (0,334)

các công đoạn được lựa chọn lấy mẫu và phân tích đều nằm trong giới hạn tiếp xúc cho phép theo quy định tại QCVN 03:2019/BYT. Kết quả khảo sát nồng độ các VOCs này ở các cơ sở nhựa thuộc khu vực miền Bắc đều ở mức phát hiện thấp. MTLĐ của các cơ sở tái chế nhựa miền Trung có phát hiện nồng độ benzen và toluen trung bình tương ứng là 0,0725 và 0,169mg/m³. Trong khi đó, ở các cơ sở tái chế nhựa miền Nam, phát hiện thấy benzene với nồng độ trung bình khoảng 0,903mg/m³; xylen, với nồng độ trung bình khoảng 45,7mg/m³; và

vinylclorua, với nồng độ khoảng 2,63mg/m³ (Bảng 6). Đáng chú ý hơn, cả 4 loại VOCs này đều được phát hiện ở khu vực tạo hạt, trong đó, nồng độ trung bình của benzen, toluene, xylen và vinylclorua lần lượt là: 0,972; 0,067; 55,7; 5,2mg/m³. Benzen được phát hiện ở cả 5 công đoạn đã khảo sát, với nồng độ trung bình nhỏ nhất ghi nhận được tại công đoạn làm sạch, 0,057mg/m³, và nồng độ trung bình lớn nhất được ghi nhận tại công đoạn tạo hạt. Xylen và vinylclorua được phát hiện trong các cơ sở tái chế nhựa ở miền Nam, và chưa ghi nhận thấy



Hình 10. Giá trị bụi toàn phần và bụi hô hấp tại các công đoạn tái chế nhựa

Bảng 6. Giá trị nồng độ trung bình của các yếu tố hơi khí độc hữu cơ trong MTLĐ

Vùng miền	Nam	Trung	Bắc
	Median [Min, Max] (mg/m ³)		
Benzen	0,903 [0,068; 1,41]	0,0725 [0,057; 0,122]	<0,012
Toluen	-	0,169 [0,067; 0,216]	<0,015
Xylen	45,7 [12,7; 89,2]	-	<0,019
Vinylclorua	2,63 [0,02; 34,5]	-	-
n-hexan	-	-	<0,02

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 7. Giá trị nồng độ trung bình của các yếu tố VOCs tại các công đoạn tái chế nhựa

Thông số	Benzen (mg/m ³)	Toluen (mg/m ³)	Xylen (mg/m ³)	Vinylclorua (mg/m ³)
Công đoạn	Median [Min, Max]			
Gia nhiệt – kéo sợi	0,867 [0,068;0,992]	-	25,0 [12,7;27,5]	0,05 [0,02; 34,5]
Làm sạch	0,057	0,164	-	-
Nạp liệu	0,484 [0,087; 0,628]	0,216	39,5 [30,8; 48,7]	-
Nghiền	0,122 [0,122; 0,122]	0,173	-	-
Tạo hạt	0,972 [0,058; 1,41]	0,0670	55,7 [31,5; 89,2]	5,2 [0,06;10,6]

trong MTLĐ tái chế nhựa ở miền Trung và miền Bắc. Tại các công đoạn gia nhiệt kéo sợi, nạp liệu và tạo hạt, nồng độ xylen trung bình khoảng 25 đến 55,7mg/m³. Vinylclorua lại được phát hiện thấy ở công đoạn tạo hạt và một lượng nhỏ ở công đoạn gia nhiệt - kéo sợi, với nồng độ trung bình khoảng 0,05mg/m³ (Bảng 7).

KẾT LUẬN

Thực trạng MTLĐ của các cơ sở sản xuất nguyên liệu từ nhựa tái chế tại 3 miền Bắc, Trung, Nam cho thấy nổi bật nhất là vấn đề bố trí mặt bằng nhà xưởng chưa được quan tâm đúng mực, sắp xếp không gọn gàng tạo ra nhiều nguy cơ, ảnh hưởng trực tiếp đến người lao động. Chất lượng môi trường đánh giá tại 15 cơ sở nhựa tái chế cũng cho thấy, yếu tố về nhiệt độ tại 5/9 và yếu tố độ ồn tại 2/9 công đoạn tái chế nhựa (gia nhiệt kéo sợi và giải nhiệt làm lạnh) chưa đạt yêu cầu theo các Quy chuẩn vệ sinh tương ứng. Các yếu tố vật lý khác như: độ ẩm, vận tốc gió tuy nằm xấp xỉ ngưỡng cho phép nhưng cũng cần phải được quan tâm của người sử dụng lao động. Phát hiện hơi khí độc VOCs (là những tác nhân có thể gây ra bệnh ung thư) trong môi trường tái chế là rõ rệt, đặc biệt ở những công đoạn gia nhiệt làm nóng, chảy nhựa đùn thành sợi và giải nhiệt làm lạnh tạo hạt. Cần có các giải pháp kiểm soát những yếu tố này vì chúng có thể xâm nhập vào cơ thể người lao động qua đường hô hấp, qua tiêu hóa, qua da và

theo thời gian chúng tích lũy trong cơ thể, đến khi nồng độ chất độc đủ lớn chúng có thể phát thành các bệnh nghề...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Công thương (2011), *Quyết định số 2992/QĐ-BCT Phê duyệt quy hoạch phát triển ngành nhựa Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2025*, ban hành ngày 17/06/2011.
- [2]. Christopher Igwe Idumah, heoma C. Nwuzor (2019), *Novel trends in plastic waste management*, SN Applied Sciences volume 1, Article number: 1402 (2019)
- [3]. Francis (2016), *R. Recycling of Polymers: Methods, Characterization and Applications*, John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA.
- [4]. Mădălina Elena Grigore, Michele Rosano (2017), *Methods of Recycling, Properties and Applications of Recycled Thermoplastic Polymers*, Published: 28 November 2017, www.mdpi.com/journal/recycling.
- [5]. Okunola A Alabi, Kehinde I Ologbonjaye, Oluwaseun Awosolu and Olufiropo E Alaladem, *Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review*, từ <https://clinmedjournals.org/articles/ijtra/international-journal-of-toxicology-and-risk-assessment-ijtra-5-021.php?jid=ijtra>.

XÂY DỰNG QUY TRÌNH KỸ THUẬT PHÂN TÍCH ĐỊNH LƯỢNG HEXAMETHYLEN DIAMIN (HDA) – SẢN PHẨM CHUYỂN HÓA CỦA HEXAMETHYLENE DIISOCYANATE (HDI) TRONG NƯỚC TIỂU BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ LỎNG KHỐI PHỔ (LC/MSMS)

CN. Tống Thị Ngân, BS. Mai Ngọc Thanh

Trung tâm Sức khỏe nghề nghiệp, Viện Khoa học An toàn và Vệ sinh lao động

Tóm tắt:

Xây dựng Quy trình kỹ thuật phân tích Hexamethylen diamin (HDA) niệu - chất chuyển hóa của Hexamethylene diisocyanate (HDI) trong nước tiểu của người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp bằng sắc ký lỏng hai lần khối phổ LC-MS / MS, đạt được: Giới hạn phát hiện của phương pháp là 0,1µg/L, giới hạn định lượng 0,3µg/L; khoảng tuyến tính 0,5 – 75µg/L, hệ số tương quan $R^2 = 0,9997$. Hiệu suất thu hồi đạt từ 86,7%- 101,6% ở cả mức nồng độ thấp trung bình và cao, độ lệch chuẩn tương đối <5% đáp ứng yêu cầu theo AOAC. Phương pháp này có độ nhạy cao, chính xác, thời gian phân tích ngắn, rất phù hợp cho các nghiên cứu giám sát sinh học.

Từ khóa: Isocyanate, 1,6- hexamethylenediamine (HDA), giám sát sinh học, LC-MS / MS, Acetyl hóa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hexamethylene diisocyanate (HDI) là nguyên nhân chính gây bệnh hen phế quản nghề nghiệp [1]. Theo tổ chức lao động thế giới (ILO) bệnh gây nên bởi isocyanate là bệnh nghề nghiệp đã được quy định. Ở nước ta đã ban hành Quyết định số 27/QĐ-BYT ngày 21/9/2006 [2] quy định bệnh hen phế quản nghề nghiệp trong đó có tác nhân là isocyanate. Hội nghị các nhà vệ sinh công nghiệp của chính phủ Hoa Kỳ (ACGIH) của Mỹ và nhiều nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới đã đề xuất chỉ số giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp với 1,6-Hexamethylen diisocyanate (HDI) là chỉ số 1,6-

Hexamethylen diamine (HDA) niệu $\leq 15\mu\text{g/g}$ creatinin (mẫu nước tiểu cuối ca làm việc) [3].

Tại Việt Nam chưa có quy định sử dụng chỉ số giám sát sinh học cho người lao động tiếp xúc nghề nghiệp với 1,6-Hexamethylen diisocyanate do chưa có quy trình phân tích định lượng các chỉ số giám sát sinh học. Để góp phần bảo vệ sức khỏe người lao động có tiếp xúc với HDI cần phải xây dựng quy trình phân tích định lượng chỉ số giám sát sinh học của chất này. Vì vậy cần nghiên cứu “Xây dựng quy trình kỹ thuật phân tích định lượng hexamethylen diamin (HDA) - sản phẩm chuyển hóa của hexamethylene diisocyanate (HDI) trong nước tiểu bằng phương pháp sắc ký

lồng khối phổ (LC/MSMS)” nhằm xây dựng được quy trình phân tích HDA trong nước tiểu bằng sắc ký lỏng khối phổ, góp phần đề xuất làm chỉ số giám sát sinh học với người lao động tiếp xúc với 1,6 Hexamethylene diisocyanate.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Quy trình phân tích Hexamethylen diamin (HDA) niệu - chất chuyển hóa của Hexamethylene diisocyanate (HDI) trong nước tiểu của người lao động có tiếp xúc nghề nghiệp.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Tiến hành theo phương pháp nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm của viện Khoa học ATVSLĐ bằng cách ứng dụng phương pháp phân tích theo tác giả Maggy Lépine [4] và Deepak Bhandari [5].

2.3. Phương pháp kỹ thuật thực hiện

2.3.1. Lấy mẫu ngoài hiện trường

Lấy mẫu nước tiểu bãi, cuối ca làm việc của người lao động tại nơi làm việc, thu từ 5-10ml nước tiểu bãi vào ống nhựa thể tích 15ml có nắp đậy, loại chịu được điều kiện âm sâu (-80°C). Bảo quản lạnh tại hiện trường, khi đưa về phòng thí nghiệm được bảo quản âm sâu trước khi phân tích theo “Hướng dẫn lấy mẫu, đóng gói, bảo quản và vận chuyển mẫu bệnh phẩm bệnh truyền nhiễm” của Cục Y tế dự phòng.

2.3.2. Xây dựng quy trình

Thử nghiệm ứng dụng phương pháp phân tích sắc ký lỏng khối phổ với các điều kiện:

- Thiết bị: Sắc ký lỏng ba lần tứ cực LC/MSMS mã HPLC 1290/ MSD6430B, tủ âm sâu -86°C, Máy thổi khô khí Nito, thiết bị gia nhiệt, máy ly tâm lạnh, cân phân tích độ chính xác 0,00001mg.

- Dụng cụ: Bình định mức, pipet, Cột ACE C18 2.1 × 100mm, kích thước hạt 2µm.

- Hóa chất: Hóa chất sử dụng trong đề tài của hãng Sigma, Merck đảm bảo độ tinh khiết để

phân tích lượng vết: Hexamethylen diamin (HDA), N,N'-Diacetyl-1,6-hexanediamine (HAD-di-Ac), NH₄OH (25%), NaOH, H₂SO₄, Acid formic, Sodium tetraborate decahydrate, Acetonitrin, Axit acetic...

- Phương pháp phân tích được xây dựng theo tác giả Maggy Lépine [3] và Deepak Bhandari [4].

2.3.3. Xác định sản phẩm chuyển hóa Hexamethylen diamin (HDA) niệu

Xác định bằng quy trình xây dựng được trên thiết bị sắc ký lỏng khối phổ LC-MS/MS của Agilent.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Xây dựng quy trình

3.1.1. Các thông số cài đặt trên LC/MSMS

Để đảm bảo phát hiện và định lượng được chất phân tích đề tài khảo sát các điều kiện tối ưu nhất cho các thông số trên LC/MSMS như sau:

* Điều kiện trên LC:

- Tỉ lệ dung môi: A: 83%; B: 17%
- Tốc độ dòng (flow): 0,3 ml/Phút
- Thời gian chạy mẫu: 6,5 phút
- Thể tích bơm mẫu: 10µl
- Nhiệt độ cột bên trái và bên phải: 35°C
- Nhiệt độ buồng tiêm mẫu: 4°C

* Điều kiện trên MS:

- Nguồn tạo ion: ESI
- Năng lượng ion hóa: 70eV
- Chế độ chạy: MRM
- Năng lượng bắn phá (E): 15
- Phổ cho HDA m/z: 201.1/100.1

3.1.2. Xử lý mẫu

- Mẫu nước tiểu 400µl + 400µl H₂SO₄ 3 M, trộn đều, làm nóng ở nhiệt độ 80°C trong vòng 4

giờ sử dụng bộ điều nhiệt. Làm lạnh về nhiệt độ phòng thêm 400μl NaOH 5 N, ly tâm ở tốc độ 14,500rpm trong 3 phút được dung dịch A.

- Chiết dung dịch A qua cột chiết pha rắn MCX. Cột chiết pha rắn được hoạt hóa bằng 1ml methanol, rửa cột với 1ml H₂O, load mẫu (dung dịch A) qua cột, rửa tạp bằng 1ml acid formic 2% trong nước, rửa giải bằng 0,5ml (2 lần) dung dịch NH₄OH 10%. Làm khô dịch chiết bằng máy thổi khí Nito ở nhiệt độ 60°C. Hòa cạn bằng 396μL dung dịch đệm borate (pH 8.5) + 4μL anhydrit axetic. Lọc qua màng lọc mẫu 0,2μm. Bơm 10μl vào LC-MSMS.

3.1.3. Đánh giá các điều kiện của quy trình

3.1.3.1. Khảo sát thời gian thủy phân mẫu

Các chất liên hợp và chất chuyển hóa được acetyl hóa hình thành trong cơ thể sống sau tiếp xúc với HDI được loại bỏ trong nước tiểu. Các amin tự do được giải phóng sau khi thủy phân bằng axit đóng vai trò là dấu ấn sinh học sinh học để xác định mức độ phơi nhiễm HDI. Hiệu suất thủy phân được đánh giá bằng cách sử dụng các chất chuyển hóa được tìm thấy trong nước tiểu sau khi tiếp xúc với HDI là diacetyl-HAD. Thời gian thủy phân từ 1h-24h được khảo

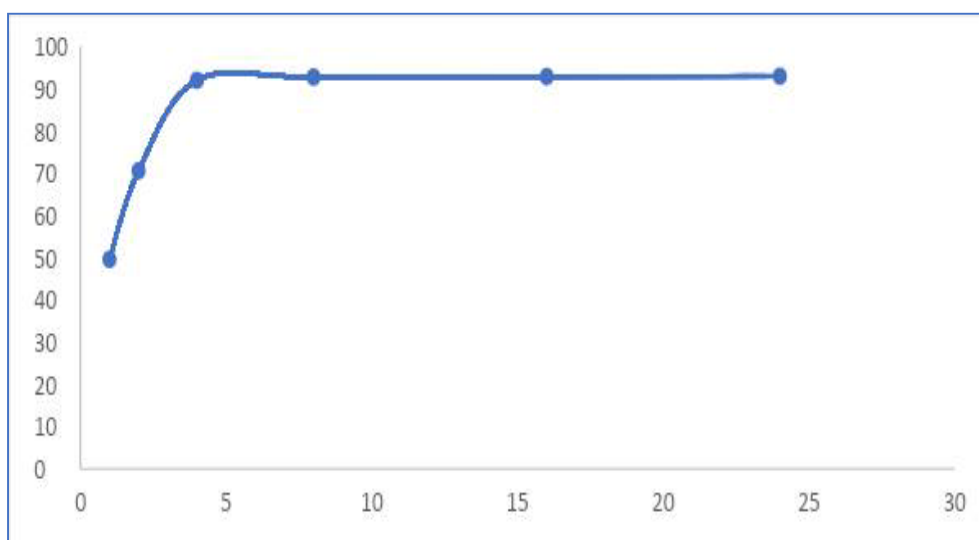
sát (Hình 1).

Ở thời gian thủy phân mẫu 4h cho hiệu suất thu hồi đạt 91,9%. Khi tăng thời gian thủy phân thì nồng độ HDA được chuyển hóa trong mẫu cũng tăng không đáng kể. Do vậy đề tài chọn thời gian thủy phân mẫu là 4h.

3.1.3.2. Khảo sát dung môi rửa giải

Sau khi thủy phân bằng axit, pH của mẫu được điều chỉnh đến ~ 1. Dựa trên giá trị pK_a ~ 10,5, chất phân tích có thể được giữ lại bằng cột chiết pha rắn SPE trao đổi cation mạnh. Cần dung môi rửa giải có pH thích hợp để trung hòa và rửa giải chất phân tích với hiệu suất tốt nhất. Kết quả khảo sát mẫu được thêm chuẩn ở mức 40μg/l được rửa giải bằng các dung môi khác nhau: NH₄OH 1%, NH₄OH 5%, NH₄OH 10%, NH₄OH 15%, NH₄OH 20% trong MeOH. Kết quả thu được như trong Bảng 1.

Kết quả thu được từ Bảng 1 cho thấy ở nồng độ NH₄OH thấp 1% HAD không được chiết ra khỏi cột, tăng nồng độ NH₄OH thì chất phân tích được chiết ra khỏi cột, ở nồng độ NH₄OH 10% mẫu được chiết đạt hiệu suất thu hồi tốt 88,2%.



Hình 1. Thời gian thủy phân mẫu

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 1. Kết quả khảo sát dung môi rửa giải đối với HAD - di-Ac

Loại dung môi	N,N'-Diacetyl-1,6-hexanediamine (HAD - di-Ac)		
	S pic	C _{tt} (µg/l)	H %
	C _{mẫu} = 1,05		
NH ₄ OH 1%	5792	1,1	2,8
NH ₄ OH 5%	124500	25,1	62,7
NH ₄ OH 10%	174887	35,3	88,2
NH ₄ OH 15%	113605	22,9	57,2
NH ₄ OH 20%	62264	12,5	31,3

Bảng 2. Khoảng làm việc và độ chệch

C (µg/l)	C tính lại (µg/l) (n=3)	Bias (%)	CV %
0,5	0,52	4,89	3,3
1	0,98	1,54	3,3
5	4,89	2,12	0,9
10	9,69	3,14	0,6
25	25,17	0,69	3,2
50	50,74	1,48	0,2
75	74,50	4,89	0,5

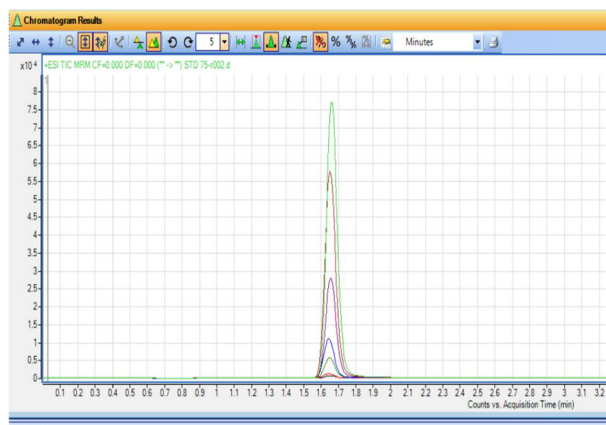
3.1.3.3. Khảo sát khoảng tuyến tính và xây dựng đường chuẩn

Lập đường chuẩn là một trong những yêu cầu đầu tiên của phương pháp phân tích. Từ đường chuẩn ta có thể biết được khoảng tuyến tính của chất phân tích, từ đó đưa nồng độ mẫu thực nằm trong khoảng tuyến tính. Đề tài tiến hành khảo sát khoảng tuyến tính của HAD - di-Ac với nồng độ pha một dãy dung dịch chuẩn có nồng độ từ 0,5µg/l đến 200µg/l từ dung dịch chuẩn gốc và chuẩn trung gian. Các dung dịch chuẩn được pha trong nước deion. Sau đó đem đo ở các điều kiện như đã khảo sát ở trên. Từ kết quả thu được đề tài nhận thấy khoảng tuyến tính của HDA trong nước tiểu từ 0,5-75µg/L. Ở nồng độ 100µg/L trở lên thì tín hiệu thu được không tỷ lệ tuyến tính với nồng độ.

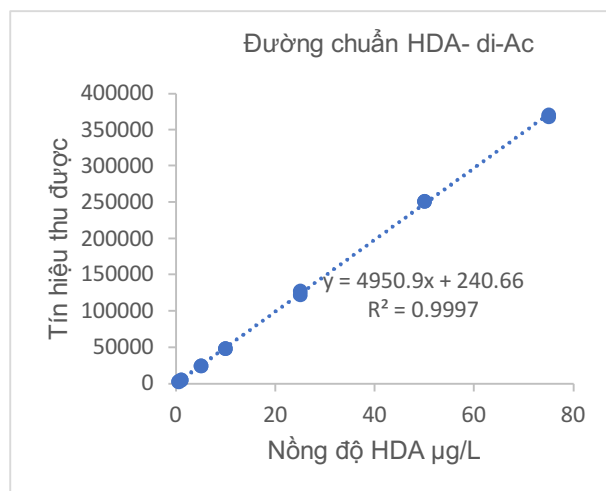
Theo kết quả phân tích trên phần mềm Minitab 18 ta có: a = 4951; b = 241; S_a = 31; S_b = 1088. Tra bảng giá trị chuẩn t với bậc tự do f = 6, độ tin cậy 95% có t = 2,447 nên phương trình hồi qui của đường chuẩn trên sẽ có dạng:

$$y = (241 \pm 2662) + (4951 \pm 749) x$$

Kết quả cho thấy trong khoảng nồng độ từ 0,5µg/l đến 75µg/l, nồng độ và diện tích pic có mối quan hệ tuyến tính đối với HDA, với hệ số tương quan hồi quy ($R^2 > 0,99$), độ chính xác của tất cả các điểm đáp ứng yêu cầu, giá trị độ chệch từng điểm chuẩn có giá trị nằm trong khoảng $\pm 15\%$. Vì vậy, khoảng nồng độ từ 0,5µg/l



Hình 2. Pic chuẩn của HDA –di-Ac



Hình 3. Đường chuẩn của HDA –di-Ac

đến 75µg/l được nhóm nghiên cứu chọn là khoảng định lượng.

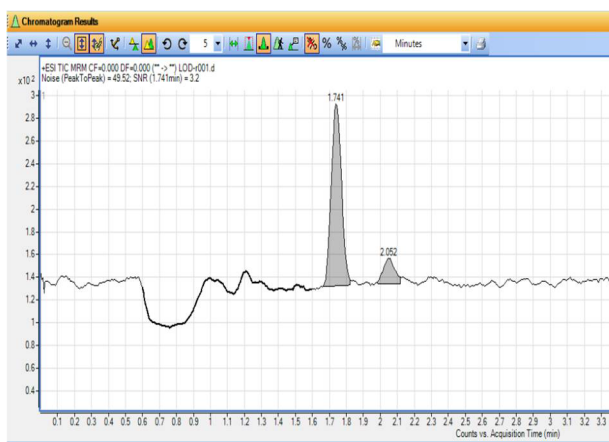
3.1.3.4. Giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ)

Giới hạn phát hiện LOD được xem là nồng độ thấp nhất của chất phân tích mà hệ thống phân tích còn cho tín hiệu phân tích khác có nghĩa với tín hiệu của mẫu trắng hay tín hiệu nền.

Giới hạn định lượng LOQ được xem là nồng độ thấp nhất mà hệ thống phân tích định lượng được với tín hiệu phân tích khác có ý nghĩa định lượng với tín hiệu của mẫu trắng hay tín hiệu nền. Theo lý thuyết thống kê hóa phân tích thì $LOQ = 3,33 LOD$.

Để xác định giới hạn phát hiện LOD và giới hạn định lượng LOQ, tiến hành thêm chuẩn ở nồng độ thấp trên nền mẫu thực không chứa chất phân tích cho tới khi thu được chiều cao chất phân tích gấp 3 lần tín hiệu đường nền ($S/N = 3$), đo lặp lại 10 lần.

Ở nồng độ 0,1µg/L tỷ lệ S/N cao gấp 3,2 lần so với tín hiệu đường nền. Như vậy giới hạn phát hiện của phương pháp 0,1µg/L, giới hạn định lượng của phương pháp là 0,3µg/L. Với giới hạn định lượng thu được, phương pháp có đủ hiệu năng để có thể phân tích các mẫu nước tiểu với độ nhạy cao



Hình 4. Sắc đồ xác định LOD của HDA trong nước tiểu

3.1.3.5. Đánh giá độ chính xác của phương pháp

Theo tiêu chuẩn quốc tế (ISO - 5725 1 - 6: 1994) và Tiêu chuẩn Quốc gia (TCVN 6910 1 - 6: 2005) độ chính xác của phương pháp được đánh giá qua độ chụm và độ đúng [6].

Độ chụm chỉ mức độ giao 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.

Độ chụm của phương pháp được xác định theo các đại lượng SD và CV. Công thức tính của đại lượng này là:

Độ lệch chuẩn:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad [6]$$

Trong đó:

SD : Độ lệch chuẩn;

x_i : Nồng độ chất nghiên cứu ở thí nghiệm thứ i (µg/L);

$\bar{x}$: Nồng độ trung bình của chất nghiên cứu với n lần thí nghiệm lặp lại (µg/L);

N : Số lần thí nghiệm được lặp lại.

Hệ số biến thiên:

$$RSD\% = CV\% = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

Trong đó:

CV : hệ số biến thiên (%);

S : Độ lệch chuẩn;

$\bar{x}$: Nồng độ trung bình chất nghiên cứu (µg/L).

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 nhóm

Kết quả nghiên cứu KHCN

nghiên cứu kiểm tra độ chụm bằng cách dùng mẫu thử thêm chuẩn - pha ba loại mẫu có nồng độ thêm chuẩn bằng 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 độ thu hồi theo công thức sau:

$$R\% = \frac{C_{m+c} - C_m}{C_c} \times 100$$

Trong đó:

$R\%$: Độ thu hồi;

C_{m+c} : Nồng độ chất phân tích trong mẫu thêm chuẩn;

C_m : Nồng độ chất phân tích trong mẫu thử;

C_c : Nồng độ chuẩn thêm (lý thuyết).

Sau đó tính độ thu hồi chung là trung bình của độ thu hồi các lần lặp lại.

Kết quả khảo sát tại Bảng 3 cho thấy CV% biến động tuân theo định luật phân bố Gauss. Với mẫu điểm đầu sai số 2,2%, điểm cuối sai số 0,7%, điểm giữa sai số 1,1%. Theo tiêu chuẩn đánh giá của AOAC nồng độ chất phân tích từ 1-100µg/L, CV% cho phép là < 21% [6]. Nên những sai số ở trên cả điểm đầu, điểm cuối hay điểm giữa đều là những sai số nhỏ và chấp nhận được. Điều đó chứng tỏ độ chụm của phương pháp đạt yêu cầu.

Theo tiêu chuẩn đánh giá của AOAC nồng độ chất phân tích từ 1-100µg/L độ thu hồi cho phép

Bảng 3. Kết quả khảo sát độ lặp lại và độ thu hồi của mẫu HDA trong nước tiểu

C_m	2,1µg/L		
Nồng độ spike	5µg/L (n=10)	25µg/L (n=10)	50µg/L (n=10)
TB	4,3	23,2	50,8
R %	86,7	92,6	101,6
SD	0,1	0,3	0,3
CV%	2,2	1,1	0,7

từ 60 - 115%. Kết quả ở Bảng 3 cho thấy độ thu hồi của quy trình phân tích tốt, đạt được từ 86,7% - 101,6% ở cả mức nồng độ thấp, trung bình và cao.

Từ quy trình trên đề tài có một số nhận xét như sau:

So với kết quả nghiên cứu của một số tác giả cho thấy quy trình của đề tài có khoảng tuyến tính giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng tương đương hoặc tốt hơn một số quy trình phân tích của một số tác giả khác. Cụ thể so sánh với phương pháp của Deepak Bhandari và cộng sự [5] phân tích trên UPLC-MS/MS có LOD = 0,15µg/l cao hơn LOD của đề tài (0,1µg/l), khoảng tuyến tính 0,32 - 32,0µg/l hẹp hơn so với khoảng tuyến tính mà đề tài thu được (0,5 - 75,0µg/l). So với phương pháp của tác giả Maggy Lépine và cộng sự [4] phân tích trên thiết bị UHPLC-MS/MS, LOD của phương pháp này là 0,58µg/l cao hơn LOD của đề tài xây dựng được (0,1µg/l). Độ thu hồi theo phương pháp của Maggy Lépine trung bình $96,6 \pm 7,1\%$ tương đương so với kết quả của đề tài (86,7% - 101,6%).

3.2. Ứng dụng quy trình phân tích

Đề tài lấy 210 mẫu nước tiểu của người lao động sơn làm việc tại gara, công ty sản xuất ô tô tiếp xúc trực tiếp với HAD, sử dụng quy trình xây dựng được phân tích cho kết quả như trong Bảng 4.

Kết quả từ Bảng 4 cho thấy: trong 210 đối tượng tiếp xúc trực tiếp với HDI được lấy nước tiểu xét nghiệm nồng độ HDA, nồng độ HDA thu được từ 0,24-47,63µg/g creatinine. Có 4 đối tượng có nồng độ HDA >15µg/g creatinine, chiếm tỉ lệ 1,9 %

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Xây dựng được quy trình kỹ thuật phân tích định lượng HDA bằng phương pháp sắc ký lỏng hai lần khối phổ với những thông số: Khoảng tuyến tính 0,5-75µg/L; giới hạn phát hiện 0,1µg/L; giới hạn định lượng 0,3µg/L; hiệu suất

Bảng 4. Kết quả phân tích HDA trong nước tiểu

TT	Số mẫu (n)	Số mẫu nhỏ hơn GHDL	Khoảng giá trị thu được $\mu\text{g/g}$ creatinin	Số mẫu có nồng độ HDA $>15\mu\text{g/g}$ creatinin	
				n	%
Nồng độ HDA trong nước tiểu	210	24	0,24-47,63	4	1,9

GHDL: Giới hạn định lượng

thu hồi đạt từ 86,7% - 101, % ở cả mức nồng độ thấp trung bình và cao, độ lệch chuẩn tương đối $<5\%$ đáp ứng yêu cầu theo AOAC. Giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng tương đương với nghiên cứu của tác giả Deepak Bhandari và thấp hơn so với tác giả Maggy Lépine.

Áp dụng quy trình xây dựng được phân tích nồng độ HDA 210 mẫu nước tiểu của đối tượng tiếp xúc với HDI, trong đó có 1,9% đối tượng có nồng độ HAD vượt giới hạn cho phép.

4.2. Kiến nghị

Áp dụng rộng rãi kỹ thuật xác định HDA trong nước tiểu để làm công cụ giám sát sinh học cho người lao động có tiếp xúc với HDI.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Agency for toxic Substances & disease Registry (1998), *Toxicological Profile for Hexamethylene Diisocyanate (HDI)*, U.S. Department of Health and Human Services.
- [2]. Bộ Y tế (2006), *Quyết định số 27/2006/QĐ-BYT Về việc bổ sung 4 bệnh nghề nghiệp vào*

danh mục các bệnh nghề nghiệp được bảo hiểm, ban hành ngày 21/9/2006.

- [3]. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (2014), *Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*, 7th edition, ACGIH, Cincinnati OH.

- [4]. Maggy Lépine^{1,2} & Lekha Sleno¹ & Jacques Lesage¹ & Sébastien Gagné² (2019), *A validated UPLC-MS/MS method for the determination of aliphatic and aromatic isocyanate exposure in human urine*, Analytical and Bioanalytical Chemistry, pp. 753-762.

- [5]. Deepak Bhandari*, Brett A. Bowman, Anish B. Patel, David M. Chambers, Víctor R. De Jesús, Benjamin C. Bloun. (2018), *UPLC-ESI-MS/MS method for the quantitative measurement of aliphatic diamines, trimethylamine N-oxide, and β -methylamino-L-alanine in human*, Journal of Chromatography B, Vol 1083, pp 86-92.

- [6]. 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.

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BỤI BÔNG VÀ CÁC YẾU TỐ ECGÔNÔMI TỚI SỨC KHỎE NGƯỜI LAO ĐỘNG Ở CÔNG TY TNHH HANESBRANDS KIM ĐỘNG, HƯNG YÊN

TS. Nguyễn Thị Thu Hiền, Võ Thị Lệ Hà, Phạm Thị Tuyết Nhung,

Đặng Phương Anh, Hoàng Thị Thu Hương

Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tóm tắt:

Nghiên cứu đã khảo sát nồng độ bụi bông trong môi trường lao động ở công ty Hanesbrands Kim Động, Hưng Yên. Nghiên cứu cũng đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố của điều kiện lao động như bụi bông và các yếu tố ecgônômi đến sức khỏe người lao động. Nồng độ bụi bông trong xưởng may áo lót nữ dao động từ $0,109 \pm 0,520 \text{ mg/m}^3$, thấp hơn giới hạn cho phép theo QCVN 02:2019/BYT từ 2÷10 lần. Nồng độ bụi bông có xu hướng giảm, dẫn đến lượng bụi bông phơi nhiễm (hít vào phổi) đối với một người lao động trong 1 ca làm việc giảm từ 2,76 xuống 0,58mg. Xu thế giảm dần của lượng bụi phơi nhiễm có thể là do sự khác biệt về cường độ hoạt động sản xuất tại các thời điểm lấy mẫu. Kết quả khảo sát về ecgônômi cho thấy 42% số công nhân có hiểu biết về ecgônômi, nhưng chỉ có 6% là tuân thủ đúng yêu cầu egônômi. Bệnh xương khớp và bệnh hô hấp chiếm tương ứng 21,02% và 18,18% trong số công nhân được khảo sát.

Từ khóa: Ecgônômi, tư thế lao động, bụi bông, phơi nhiễm, bệnh nghề nghiệp, ngành dệt may.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành công nghiệp Dệt may đang phát triển mạnh mẽ và đóng vai trò rất quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, đặc biệt là tại các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam. Cùng với những thay đổi nhanh chóng về công nghệ sản xuất, điều kiện lao động của người công nhân cũng có những thay đổi, vừa thuận lợi vừa xuất hiện những yếu tố bất lợi như nhịp độ và cường độ lao động cao hơn trước, căng thẳng thần kinh và áp lực tâm lý cao, thời gian lao động kéo dài trong một tư thế đã có ảnh hưởng nhất định đến sức khỏe người lao động [1],[2]. Tỷ lệ công nhân ngành may mặc là nữ

chiếm >90%, thời gian làm việc ở tư thế ngồi trong thời gian dài. Trung tâm y tế Dệt May Việt Nam đã tiến hành khám sức khỏe định kỳ đều đặn cho công nhân và thấy rằng tỷ lệ công nhân bị mắc bệnh do ảnh hưởng của yếu tố nguy cơ nghề nghiệp khá cao. Biểu hiện là bệnh bụi phổi bông và cơ xương khớp.

Ecgonômi nghiên cứu và ứng dụng những quy luật chi phối quan hệ giữa con người và lao động. Theo Hiệp hội Ecgonômi quốc tế (IEA): Ecgonômi là khoa học liên ngành, được cấu thành từ các khoa học về con người để phù hợp công việc, hệ thống máy móc, thiết bị, sản phẩm

và môi trường với các khả năng về thể lực, trí tuệ và cả với những hạn chế của con người. Trên thế giới, việc áp dụng đánh giá Ecgonômi trong các ngành sản xuất công nghiệp đã và đang được áp dụng ngày càng phổ biến để đánh giá sự thích ứng giữa phương tiện kỹ thuật và môi trường lao động với khả năng của con người về giải phẫu, sinh lý, tâm lý, nhằm bảo đảm đạt được hiệu quả lao động cao nhất, đồng thời bảo vệ sức khỏe, an toàn và tiện nghi cho người lao động. Tại Việt Nam, chưa có nhiều các nghiên cứu về Ecgonômi. Trong quá trình phát triển, quy mô công nghiệp càng mở rộng thì các tác hại nghề nghiệp trong quá trình sản xuất gây ra đối với người lao động càng gia tăng. Việc nghiên cứu, đề xuất các biện pháp cải thiện điều kiện làm việc, sức khỏe người lao động ngày càng trở nên cấp thiết. Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định nồng độ bụi bông trong môi trường làm việc tại nhà máy TNHH Hanesbrands Việt Nam, bước đầu đánh giá tác động của bụi và các yếu tố ecgonomi tới sức khỏe của người lao động.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện tại xưởng may áo lót Bra của Công ty TNHH Hanesbrands Việt Nam (HBI HYS), huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên với 200 công nhân lao động. Mặt hàng chính được sản xuất tại đây là áo lót nữ và quần sooc nam. Phạm vi nghiên cứu là công nhân may. Mẫu bụi bông được lấy tại xưởng may áo lót Bra của Công ty vào 4 thời điểm khác nhau (quý 2/2019; quý 3/2019; quý 4/2019 và quý 1/2020).

Phương pháp lấy mẫu và phân tích nồng độ bụi bông tuân theo Tiêu chuẩn OSHA 29 CFR 1910.1043 [3]. Không khí được hút vào bộ đầu lấy mẫu là tấm sàng thẳng đứng có gắn cát-xét (cassette) chứa màng lọc PVC với cỡ lỗ lọc 5µm và đường kính 37mm bằng một bơm hút chân không EMERSOM model S37 MYHCB 1452, tốc độ lấy mẫu được kiểm soát ở $7,4 \pm 0,2$ lít/phút. Mẫu được lấy trong một ca làm việc bình thường của công nhân (8 tiếng). Vật liệu lọc được cân bằng cân phân tích có độ nhạy 10-5g, AE 240 Mettler trong điều kiện môi trường phòng

cân phải đảm bảo điều kiện nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$ và độ ẩm không khí $55 \pm 5\%$. Mẫu đối chứng luôn được tiến hành song song, cùng quy trình với mẫu hiện trường trong suốt quá trình lấy mẫu. Mẫu thu thập được giữ lại trên màng lọc. Cân vật liệu lọc trước và sau lấy mẫu. Dựa vào lượng bụi thu được và thể tích không khí đã lấy mẫu để tính nồng độ bụi bông trong không khí, đơn vị tính là mg/m^3 .

Lượng bụi bông đi vào hệ hô hấp có thể tính dựa theo nồng độ bụi phơi nhiễm thực tế và được xác định công thức của Layton (1993) và các thông số tham khảo dựa trên sổ tay hướng dẫn tính nồng độ phơi nhiễm của USEPA [4] theo công thức 1 và 2. Các thông số tính toán được tham khảo từ sổ tay phơi nhiễm của USEPA (2011) về xác định hệ số hít thở [4].

$$ED = C \times VE \times t \quad (1)$$

$$VE = BMR \times MET \times VQ \times H \quad (2)$$

ED là lượng phơi nhiễm bụi bông của 1 công nhân trong 1 ngày làm việc (mg); - C là nồng độ phơi nhiễm mg/m^3 ; - VE là lưu lượng không khí mà công nhân hít vào ($\text{m}^3/\text{phút}$); t là thời gian phơi nhiễm trong 1 ngày làm việc 8 giờ (480 phút); BMR là nhu cầu năng lượng tối thiểu để duy trì trao đổi chất của tế bào ở trạng thái nghỉ ngơi và không tiêu hoá thức ăn tích cực ($\text{MJ}/\text{phút}$) $BMR = 0,0041 \text{ MJ}/\text{phút}$ [4]; MET là hệ số biểu thị mức độ hoạt động cơ bắp của công nhân. $MET=2$ [4]; H là thể tích oxi cần thiết để tạo ra 1 MJ năng lượng (m^3/MJ). $H = 0,05 \text{ m}^3/\text{MJ}$ [4]; VQ là hệ số biểu thị tỷ lệ giữa thể tích không khí hít vào trên thể tích ô xy hấp thu được. $VQ=27$ [4].

Tiến hành điều tra theo phiếu, phỏng vấn có lựa chọn, quan sát và ghi chép tại chỗ được thực hiện nhằm thu thập các số liệu hiện có của nhà máy về môi trường lao động, điều kiện lao động, tình trạng sức khỏe của người lao động tại cơ sở sản xuất theo hướng dẫn tiếp cận Ecgonômi [5].

Phương pháp khảo sát công nhân về các vấn đề liên quan đến tư thế lao động và bụi:

Kết quả nghiên cứu KHCN

(1) Thông qua phiếu khảo sát: Nghiên cứu đưa ra các nhóm yêu cầu cần thu thập gồm 3 nội dung chính: Tác động của điều kiện môi trường lao động đến sức khỏe; Thói quen lao động và nhận thức bảo vệ sức khỏe của công nhân; Đánh giá điều kiện là công việc của công nhân.

Từ các nhóm trên, các bộ câu hỏi được đưa ra đảm bảo tính thực tế, dễ hiểu, ngắn gọn và đáp ứng được yêu cầu của phương pháp.

(2) Phỏng vấn trực tiếp có lựa chọn: Trên cơ sở xem xét kết quả khảo sát, lựa chọn 35% công nhân để phỏng vấn trực tiếp, với mục đích điều tra sâu hơn nguyên nhân và hiện trạng của vấn đề.

(3) Quan sát và ghi chép: Trong quá trình công nhân làm việc, tiến hành quan sát và ghi chép lại những thói quen của công nhân.

Nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê tương quan hồi quy sử dụng phần mềm Excel 2010 để so sánh giữa các đối tượng nghiên cứu.

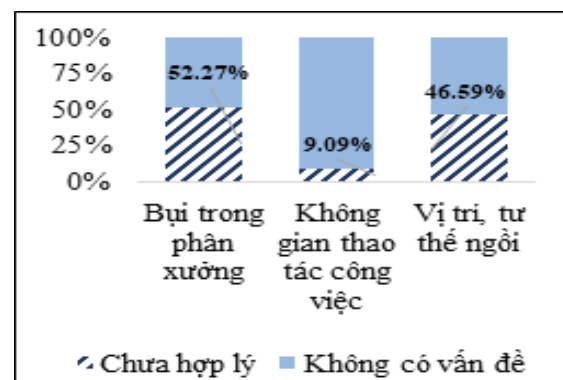
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến sức khỏe và một số bệnh điển hình liên quan đến nghề nghiệp ở công nhân

Công ty Hanesbrands Nam Hưng Yên đã đi vào hoạt động từ năm 2014 nên tỷ lệ công nhân làm việc trên 5 năm là 20,45%. Công nhân có tuổi đời trẻ, chủ yếu từ 18-25 tuổi chiếm 38,1%; từ 25-40 tuổi chiếm 46,3 % và còn lại là trên 40 tuổi (theo số liệu từ phòng nhân sự). Dựa trên kết quả khảo sát, bệnh phổ biến đối với người công nhân là bệnh xương khớp và hô hấp thông qua 176 phiếu điều tra thực hiện với công nhân sản xuất (Bảng 1). Đáng chú ý là công nhân mắc vấn đề về cơ xương khớp đa phần có độ tuổi từ 30-40 tuổi và đây là những người có tuổi nghề

trên 5 năm, trong khi đó bệnh hô hấp có tỷ lệ phân bố đều ở các độ tuổi.

Chất lượng không khí trong môi trường làm việc (tác nhân bụi bông), tư thế ngồi và không gian cũng được xem xét đánh giá ảnh hưởng sức khỏe như trong nghiên cứu này (Hình 1). Tác nhân bụi bông và tư thế ngồi là hai yếu tố ảnh hưởng nhiều đến sức khỏe của người công nhân. Có đến 52,27% số công nhân cho rằng điều kiện làm việc có vấn đề với bụi trong phân xưởng, tuy nhiên, chỉ có 5,68% công nhân có cảm giác khó thở trong giờ làm việc. Nguyên nhân có thể do tuổi nghề của công nhân ở đây còn khá trẻ, tới trên 80% là có tuổi nghề dưới 5 năm. Điều này cũng phù hợp với một nghiên cứu cho thấy số công nhân mắc bệnh viêm phế quản mạn tính nhưng chưa có biểu hiện rối loạn chức năng hô hấp thường có tuổi nghề dưới 10 năm lao động [5]. Đối với những người có tuổi nghề trên 10 năm, cùng với việc mắc bệnh viêm phế quản mạn tính còn có cả biểu hiện rối loạn thông khí. Với những công nhân chịu tác động phối hợp giữa bụi, tiếng ồn và rung có biểu hiện bệnh lý nặng hơn [5].



Hình 1. Cảm nhận của công nhân đối với bụi bông và các yếu tố ecgonomi tại chỗ làm việc

Bảng 1. Tỷ lệ công nhân than phiền về sức khỏe

	Vấn đề về xương khớp	Vấn đề về đường hô hấp	Cả vấn đề về hô hấp và xương khớp	Không phản nản về sức khỏe
Tỷ lệ (%)	21,02%	18,18%	12,5%	48,3%

Trong sản xuất may mặc, có nhiều công đoạn đòi hỏi công nhân phải có các thao tác, tư thế và thời gian làm việc đặc thù, dẫn đến tác động của chúng đến mỗi công nhân khác nhau, vì vậy việc tác động đến hệ cơ xương khớp cũng khác nhau. Việc điều tra về các đặc thù công việc nhằm đưa ra nhận định ban đầu về tác động của chúng đến với mỗi người lao động. Có 46,59% công nhân cảm thấy chưa phù hợp về vị trí và tư thế ngồi, đặc biệt là đau lưng (68,75%), đau cổ vai gáy (48,86%) và mỗi tay chân (40,91%) (Hình 2).

Do thói quen khi may của công nhân là lưng cong hình chữ C, cổ bị cúi so với phương thẳng đứng hơn 30° do một số máy vắt sổ có chiều cao thấp, công nhân phải may với độ chính xác cao nên việc cúi là bắt buộc, chân bị vướng máy ở dưới nên không thể vuông góc, tay không được dựa đỡ bởi bất cứ vật gì nên sau thời gian làm việc dài sẽ mỏi tay. Mặt khác, ánh sáng tại các máy may yếu, khó có thể nhìn thấy khi mắt ở xa trong tư thế ngồi đúng, vậy nên công nhân thường phải cúi ở vị trí cách kim may khoảng 20 - 25cm làm cho khả năng tiếp xúc với bụi bông là rất lớn.

Ở các xưởng may công nghiệp chủ yếu là nhập máy may của nước ngoài, do đó thiết kế ghế ngồi và bàn làm việc chưa phù hợp với phần lớn công nhân Việt Nam. Trên thực tế, hầu hết ghế ngồi đều không có tựa lưng và mặt ghế làm

bằng gỗ cứng. Sự không phù hợp giữa các loại máy, vốn được thiết kế cho người nước ngoài, với đặc điểm nhân trắc của người Việt Nam chính là nguyên nhân làm tăng tư thế lao động bất hợp lý. Ngoài ra, việc phải ngồi lâu trong một tư thế, tay chân phải hoạt động ít được nghỉ ngơi, công nhân ngành may có nguy cơ cao mắc các bệnh liên quan tới xương, khớp như thường bị đau mỏi ở vùng lưng, vùng vai, vùng gáy, vùng thắt lưng. Ecgonômi là tiếp cận mới trong cải thiện điều kiện làm việc của công nhân may.

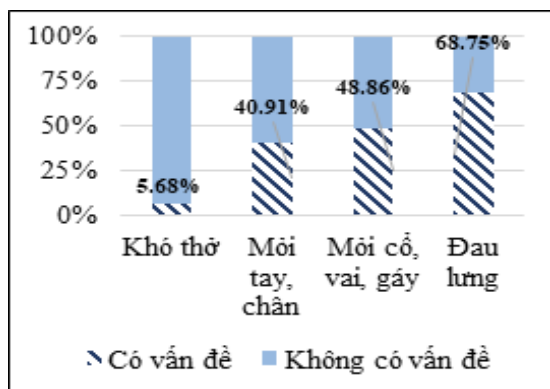
3.2. Đánh giá nhận thức của công nhân may về việc áp dụng Ecgonômi

Khảo sát nhận thức của công nhân may đối với việc thực hiện các yêu cầu ecgonomi tại công ty HBI HYS được tóm tắt trên Hình 3. Kết quả cho thấy tỷ lệ hiểu và biết vận dụng và duy trì thực hiện các yêu cầu ecgonomi còn rất thấp (6%). Tại nhà máy, công nhân được sử dụng ghế Ecgonômi ngay từ khi bắt đầu làm việc tại nhà máy, tuy nhiên hơn một nửa số công nhân được khảo sát không biết sử dụng ghế (50,57%) và chỉ có 11,93% là sử dụng thành thạo.

Trong thời gian dịch bệnh Covid 19 bùng phát tại Việt Nam, công ty đã tổ chức chương trình để công nhân trang bị các kiến thức về dịch bệnh, nhờ đó hầu hết công nhân ý thức được việc đeo khẩu trang và dần tạo được thói quen đeo khẩu trang trong lúc làm việc và đeo đúng cách (66,46%). Số công nhân không đeo hay đeo không đúng cách đều nhận thức việc đeo khẩu trang là cần thiết, tuy nhiên biện hộ về sự khó chịu khi đeo khẩu trang trong thời gian làm việc dài.

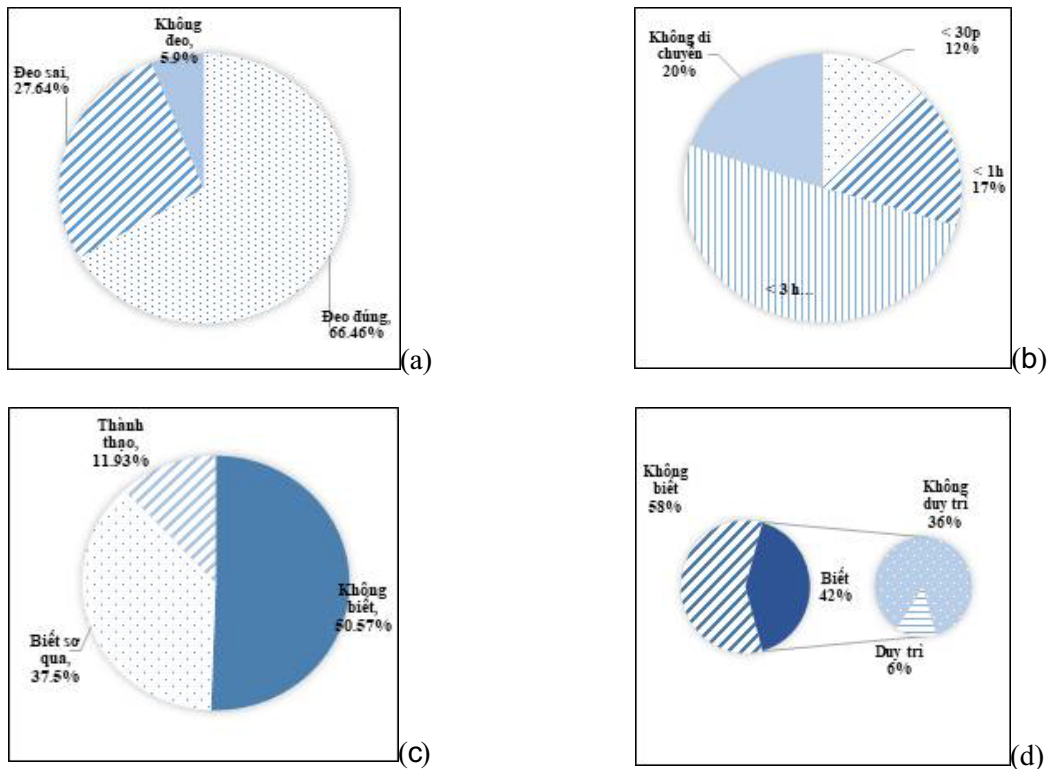
Trong ca làm việc, đa số công nhân ít di chuyển (71%), hoặc chỉ di chuyển khi đi ăn, ra vệ sinh hoặc là thời gian vệ sinh 5S (19,09%). Chỉ có 12% công nhân di chuyển thường xuyên do họ là người vận chuyển bán thành phẩm hoặc làm việc ở bộ phận QA.

Trong các yếu tố tác động đến sức khỏe của công nhân, ecgonômi là một vấn đề khó kiểm soát bởi các nhà quản lý, bởi các nguyên tắc trong công thái học mang tính tương đối trong sự



Hình 2. Tỷ lệ các bệnh nghề nghiệp của công nhân may

Kết quả nghiên cứu KHCN



Hình 3. Kết quả khảo sát đối với công nhân may công ty HBI HYS về (a) Tuân thủ đeo khẩu trang của công nhân xưởng Bra; (b) Thời gian di chuyển của công nhân; (c) Biết cách sử dụng ghế Ecgonômi; (d) Hiểu biết của công nhân về chương trình Ecgonômi và việc duy trì thói quen

phù hợp với từng đặc thù công việc và đặc điểm cơ thể con người. Vậy nên việc hình thành được nhận thức cho người lao động về sự ảnh hưởng của tư thế lao động và các thao tác, thói quen sử dụng ghế là một phương pháp hiệu quả trong việc cải thiện các vấn đề về cơ xương khớp.

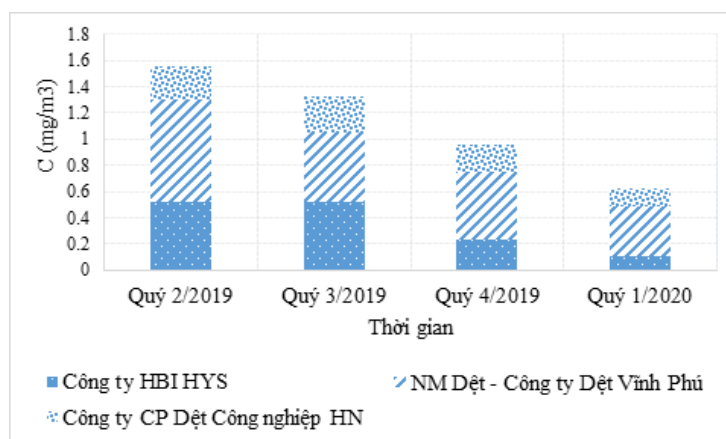
Nếu tỷ lệ nhận thức, sự thành thạo của công nhân trong việc sử dụng ghế cao và tỷ lệ phản nản về cơ xương khớp thấp sẽ bước đầu chứng minh tính hiệu quả của phương pháp, là căn cứ để phát triển phương pháp và mang tính thực tế cao.

3.3. Hiện trạng bụi bông tại xưởng may áo Bra

Kết quả xác định nồng độ bụi bông tại xưởng Bra trong 4 quý thấp hơn giá trị giới hạn cho phép theo QCVN 02:2019/BYT từ 2-10 lần (Hình

4) và có xu hướng giảm dần. Điều này có thể lý giải do dịch bệnh Covid đã gây ảnh hưởng đến nền kinh tế Việt Nam nói chung, ngành may mặc nói riêng, chính vì vậy, công ty đã giảm công suất sản xuất dẫn đến việc phát thải bụi bông cũng giảm theo.

Bên cạnh đó, để đảm bảo môi trường lao động, công ty lắp đặt hệ thống điều hoà không khí và lọc bụi giảm lượng bụi và cải thiện điều kiện làm việc trong phân xưởng sản xuất. Tần suất vệ sinh hệ thống là 1 lần/ngày vào lúc 11h đêm, khi tắt cả công nhân tan ca. Bên cạnh đó, công ty đã áp dụng các biện pháp bảo vệ môi trường, áp dụng Ecgonômi trong suốt quá trình làm việc của công nhân. Do vậy, đây cũng là các nguyên nhân có thể làm giảm thải bụi bông phát sinh trong môi trường làm việc.



Hình 4. Biến thiên nồng độ bụi bông (mg/m^3) theo thời gian tại 3 công ty dệt may (Số liệu quan trắc định kỳ của Trạm Quan trắc và Phân tích môi trường lao động)

Xu thế giảm công suất do dịch Covid 19 và nỗ lực cải thiện điều kiện làm việc ở các doanh nghiệp ngành Dệt may cũng thể hiện khi so sánh số liệu quan trắc về bụi bông trong môi trường lao động với các công ty dệt may như Công ty CP Dệt Vĩnh Phú - Phú Thọ và Công ty CP Dệt Hà Nội dựa trên số liệu quan trắc định kỳ (Hình 4).

3.4. Đánh giá phơi nhiễm

Tính toán liều phơi nhiễm bụi bông của các đối tượng là người lao động tại công ty HBI HYS dựa trên các số liệu khảo sát thực tế: đối tượng phơi nhiễm là nữ, với tuổi trung bình từ 18-30 tuổi, cân nặng 50-60 kg. Hoạt động may mặc được xếp loại hoạt động có cường độ tác động vừa. Thời gian làm việc 1 ca là 8 tiếng. Kết quả ước tính liều phơi nhiễm bụi bông theo thời gian được thể hiện ở Hình 5. Lượng phơi nhiễm bụi bông đối với 1 công nhân trong 1 ca làm việc có xu thế giảm dần. Điều này có thể được giải thích là do sự phụ thuộc vào sản lượng, công nghệ sản xuất cũng như nỗ lực áp dụng các giải pháp quản lý môi trường của Công ty trong thời gian qua.

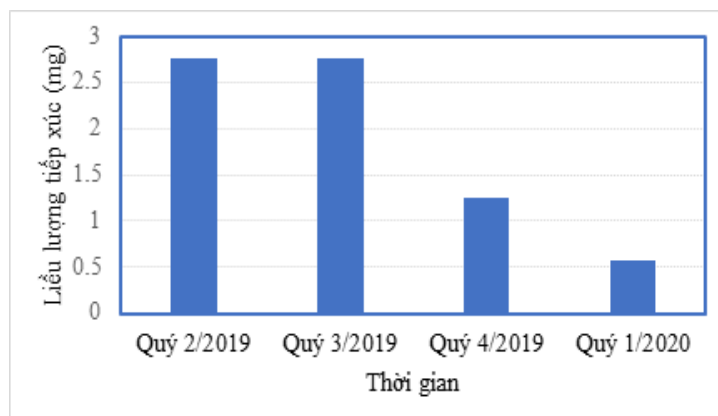
Các nghiên cứu dịch tễ cho thấy rằng, phơi nhiễm bụi bông trong thời gian làm việc sẽ tăng nguy cơ cho bệnh hô hấp như ho, có đờm, thở

khò khè, khó thở, tức ngực, viêm phế quản mãn tính và viêm phổi [6]. Lượng phơi nhiễm trong nghiên cứu này thấp hơn lượng phơi nhiễm cá nhân đối với các công nhân đang làm việc tại các ngành công nghiệp dệt may ở Nepal [7]. Ngoài ra, lượng phơi nhiễm của các công nhân sẽ biến thiên mạnh theo bộ phận sản xuất, ở bộ phận dệt và may mặc có lượng phơi nhiễm thấp nhất, tiếp đến là bộ phận sản xuất thảm. Lượng phơi nhiễm cao nhất được xác định ở các công nhân làm việc ở bộ phận tái chế [7]. Công nhân dệt may nam có nguy cơ mắc các triệu chứng về hô hấp cao hơn công nhân dệt may nữ ở công ty dệt may Northwest Ethiopia có thể do lượng hít thở cao hơn [8].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu bước đầu đánh giá mức phơi nhiễm bụi bông đối với công nhân may cho thấy có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến lượng phơi nhiễm như thời gian, công suất sản xuất, nỗ lực cải thiện môi trường lao động. Nồng độ bụi bông trong cơ sở may được nghiên cứu đạt yêu cầu theo QCVN 02:2019/BYT. Đánh giá tác động của các yếu tố ecgônômi tới sức khỏe người lao động ngành dệt may giúp phát hiện sớm, hạn chế và tiến tới loại bỏ các yếu tố có hại, cải thiện điều kiện làm việc, chăm sóc sức khỏe của

Kết quả nghiên cứu KHCHN



Hình 5. Lượng phơi nhiễm bụi bông của công nhân tại Công ty HBI HYS

người lao động. Tiếp cận Ergonomi trong cải thiện điều kiện làm việc, dự phòng tác hại nghề nghiệp cho công nhân rất hữu ích và được quan tâm tại cơ sở nghiên cứu. Khi có các đánh giá về kết quả kỹ lưỡng hơn có thể được mở rộng áp dụng cho các cơ sở có đặc điểm sản xuất tương tự.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài cấp cơ sở, Mã số: T2020-PC-031 của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành tới sự hỗ trợ của các doanh nghiệp ngành Dệt May trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. N. Jahan, M. Das, R. Mondal, S. Paul, Trissa Saha, R. Akhtar, Abdul Mahid Khan, Palash Chandra Banik (2015), *Prevalence of musculoskeletal disorders among the Bangladeshi garments workers*, Sikkim Manipal University Medical Journal, Vol 2 (1): 102-113.
- [2]. Joseph B, Minj C, Fernandes G, Marandi M. (2011), *A longitudinal study of the morbidity and nutritional status of workers employed in a garment factory*, Pakistan J Med Sci 27(1):41-43

- [3]. *Occupation safety and health cotton dust standard 29 CFR 1910.1043*.

- [4]. USEPA (2011), *Exposure factors handbook: 2011 addition*, chapter 6.

- [5]. *Ergonomics guidelines for occupational health practice in industrially developing countries*, ISBN 978-3-935089-16-3 IEA and ICOH 2010.

- [6]. Sangeetha B.M., M.Rajeswari, S. Atharsha, K.Saranyaa Sri, S.Ramaya (2013), *Cotton dust level in textile industries and its impact on human*, International Journal of scientific and research publications, vol. 3(4): 1-6.

- [7]. Priyamvada Paudyal, Sean Semple, Robert Niven, Gael Tavernier And Jonathan (2011), *Exposure to Dust and Endotoxin in Textile Processing Workers*, Ann. Occup. Hyg., Vol. 55(4): 403-409.

- [8]. Sintayehu Daba Wami, Daniel Haile Chercos, Awrajaw Dessie, Zemichael Gizaw, Atalay Getachew, Tesfaye Hambisa, Tadesse Guadu, Dawit Getachew and Bikes Destaw (2018), *Cotton dust exposure and self reported respiratory symptoms among textile factory workers in Northwest Ethiopia: a comparative cross-sectional study*, Journal of occupational medicine and toxicology, Vol 13:1-7.

ĐÁNH GIÁ ĐỊNH LƯỢNG RỦI RO NGHỀ NGHIỆP TẠI CƠ SỞ CHẾ BIẾN THỦY SẢN KHU VỰC MIỀN TRUNG

TS. Nhan Hồng Quang

Phân Viện Khoa học ATVSLĐ và BVMT miền Trung

Tóm tắt:

Báo cáo trình bày nghiên cứu đánh giá định lượng rủi ro nghề nghiệp (RRNN) cho Công ty TNHH Chế biến thủy sản D&N ở khu vực miền Trung. Kết quả đánh giá cho thấy: trong 3 năm (từ 2017 đến 2019), RRNN trung bình tại các phân xưởng sản xuất dao động từ 0,01 đến 0,78. Rủi ro nghề nghiệp trung bình tại nhóm trực tiếp sản xuất ($\approx 0,30$) cao hơn hẳn so với nhóm đối chứng ($\approx 0,05$) khẳng định mối quan hệ giữa bệnh tật của người lao động (NLĐ) với việc mất khả năng lao động tạm thời (MKLĐt) ở NLĐ làm việc trong điều kiện lao động (ĐKLĐ) tiềm ẩn những mối nguy khác nhau. Mức RRNN của Công ty trung bình trong 3 năm (từ 2017 đến 2019) xấp xỉ 0,2 ngày công bị mất trong một năm, trên mỗi NLĐ. Trong đó, năm 2019 mức rủi ro cao nhất (0,224) và năm 2018 mức rủi ro này thấp nhất (0,205).

Từ khóa: Chế biến thủy sản, Mối nguy, Rủi ro nghề nghiệp.

1. GIỚI THIỆU

Các phương pháp đánh giá rủi ro có thể phân thành ba nhóm: đánh giá định tính, bán định lượng và định lượng [3]. Phân biệt sự khác nhau nằm ở giai đoạn phân tích nguy cơ sẽ sử dụng phương pháp nào. Ngày nay, có nhiều phương pháp định tính và định lượng được sử dụng để xác định mức xuất suất và hậu quả, tầm quan trọng và tính ưu tiên của những nguy cơ được phân tích. Việc đánh giá rủi ro sức khỏe nghề nghiệp bằng kỹ thuật nào đi nữa kết quả đánh giá cũng cần thỏa mãn yêu cầu:

- Nhận diện được các mối nguy tại nơi làm việc của người lao động đặc trưng cho từng các doanh nghiệp nghề, cơ sở sản xuất. Mức độ ảnh hưởng của nó tới sức khỏe nghề nghiệp của người lao động.

- Lượng hóa được mức độ RRNN đối với người lao động của doanh nghiệp để từ đó quyết định các giải pháp can thiệp trong quản lý rủi ro. Thông thường, ngay từ đầu quá trình phân tích nguy cơ, phân tích nguy cơ sơ bộ được thực hiện bằng phân tích định tính để hỗ trợ quyết định lựa chọn quy mô phát triển và sự kiểm soát cần thiết. Sau đó, phân tích định lượng tỉ mỉ hơn được sử dụng để quyết định việc lập kế hoạch, thiết kế và xây dựng tiền đề cho các sửa đổi cần thiết. Vì vậy, để thỏa mãn được hai yêu cầu nói trên, giai đoạn đầu, chúng tôi sử dụng phương pháp đánh giá RRNN định tính (có kết hợp bán định lượng) từ điều kiện làm việc của người lao động. Kết quả đánh giá xác định được mức độ độc hại của điều kiện lao động, nhận diện được tất cả các mối nguy, mức

độ rủi ro do các mối nguy gây ra đối với người lao động, sàng lọc và sắp xếp theo thứ tự ưu tiên các giải pháp can thiệp quản lý rủi ro. Giai đoạn tiếp theo, chúng tôi sử dụng phương pháp định lượng để lượng hóa RRNN mà doanh nghiệp phải gánh chịu, những thiệt hại do các mối nguy gây ra với doanh nghiệp, thứ tự các vị trí gây rủi ro để quyết định phân bổ nguồn lực can thiệp phù hợp. Điểm chủ yếu của hai phương pháp này là:

- Phương pháp định tính chủ yếu tập trung vào nguyên nhân gây nên rủi ro. Bao gồm xác định các mối nguy, phân tích mối nguy và ước định rủi ro có thể gặp phải. Phương pháp này kết hợp các số liệu điều tra hồi cứu và các kết quả khảo sát trực tiếp phục vụ cho đánh giá rủi ro
- Phương pháp đánh giá rủi ro bán định lượng.

- Phương pháp định lượng chủ yếu tập trung vào hậu quả mà rủi ro đã tác động đến sức khỏe người lao động thể hiện trong việc người lao động mất sức khỏe tạm thời do các mối nguy tại nơi làm việc gây nên. Phương pháp này chủ yếu dựa trên số liệu điều tra hồi cứu trực tiếp về thời gian phải nghỉ lao động (do mất sức khỏe tạm thời) trong năm của người lao động. Từ các mô hình toán học, rủi ro nghề nghiệp của cơ sở sản xuất được xác định dưới hình thức thời gian nghỉ mất đi (nghỉ do mất sức khỏe tạm thời) trong năm, trên mỗi lao động của cơ sở.

Kết quả đánh giá sẽ giúp cơ sở xác định được những thiệt hại do các mối nguy gây ra cho người lao động và quyết định nguồn lực để quản lý rủi ro.

Đánh giá rủi ro nghề nghiệp trong cơ sở chế biến thủy sản bằng phương pháp định tính kết hợp bán định lượng được trình bày trong bài báo trước đây [1]. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá rủi ro nghề nghiệp trong cơ sở chế biến thủy sản bằng phương pháp định lượng do TS Đỗ Trần Hải và TSKH. Phạm Quốc Quân đề xuất trên cơ sở phát triển phương pháp đánh giá RRNN đang áp dụng tại CHLB Nga [2].

2. KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ RỦI RO AT&SKNN TẠI CÔNG TY TNHH CBTP D&N

2.1. Cơ sở lý thuyết phương pháp đánh giá định lượng RRNN:

Rủi ro nghề nghiệp của cơ sở sản xuất là tổng rủi ro nghề nghiệp của tất cả người lao động (NLĐ) trong cơ sở sản xuất đó. Để đánh giá RRNN của cơ sở sản xuất, người ta còn dùng chỉ số 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 NLĐ trong cơ sở đó. Biểu diễn như sau:

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

Trong đó: $MRRNN_{CS}$ - là mức độ RRNN của cơ sở sản xuất; $RRNN_{CN,i}$ - là RRNN của NLĐ thứ "i"; N - là tổng số NLĐ 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 NLĐ của cơ sở.

Cơ sở lý thuyết của phương pháp này dựa trên đánh giá việc mất khả năng lao động tạm thời của người lao động tại nơi làm việc. Mất khả năng lao động tạm thời (MKLĐt) của người lao động là kết quả từ RRNN. Quan hệ giữa bệnh tật của NLĐ và việc MKLĐt ở NLĐ làm việc trong các ĐKLĐ khác nhau có thể làm căn cứ đánh giá được các thiệt hại liên quan đến RRNN. Từ đó có thể tính toán, phân loại và xây dựng các giải pháp giảm thiểu. Có hai phương pháp xác định rủi ro nghề nghiệp tại cơ sở. Phương pháp trực tiếp và phương pháp gián tiếp. Trong bài này, chọn phương pháp trực tiếp.

Thời gian MKLĐt được thống kê tại từng vị trí làm việc của cơ sở như sau:

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

- Thống kê số lượng NLĐ, ví dụ là N;

- Thống kê các trường hợp ốm nghỉ việc trong 365 ngày, ví dụ: 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 $U_j = D * Gc.j$

Xác suất mắc bệnh tính theo số liệu thống kê chính là tần suất mắc bệnh nghề nghiệp (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 công đoạn sản xuất:

$$P(A)_j = Dj / (N_j * 365) \quad (2)$$

Trong đó: $P(A)_j$ – Xác suất mắc BNN và bệnh liên quan tới nghề nghiệp; $D_j = \sum dj_{iki} = 1$; tổng số ngày công bị mất do mắc BNN, bệnh liên quan nghề nghiệp và chấn thương do TNLD 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 lớn nhất 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:

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

Sử dụng biểu thức (1) để biểu diễn RRNN trung bình của phân xưởng j ta thu được:

$$\begin{aligned} RRNN_{PXj} &= \sum_{i=1}^k [P(A)_{ji} * \tau_{tb.ji}] \\ &= \sum_{i=1}^k [D_{ji}^2 / (N_{PXji} * 365 * K_{PXji})] \end{aligned} \quad (4)$$

Chi tiết về phương pháp, tham khảo tài liệu [2].

2.2. Phương pháp điều tra, hồi cứu số liệu sức khỏe người lao động

Công ty TNHH Chế biến thực phẩm D&N đóng tại TP Đà Nẵng. Công ty có một dây chuyền chế biến thủy sản đông lạnh (Fillet;

Surimi, tươi sống) và một dây chuyền chế biến có hấp chín. Tại thời điểm khảo sát (từ tháng 4 đến tháng 10 năm 2019), tổng số công nhân của công ty là 478 người. Trên cơ sở khảo sát dây chuyền công nghệ và những mối nguy xuất hiện trong quá trình sản xuất nhóm nghiên cứu đã tiến hành điều tra hồi cứu các số liệu về sức khỏe người lao động tại các bộ phận sản xuất. Để thuận lợi cho việc đánh giá định lượng RRNN tại công ty, nội dung khảo sát chủ yếu tập trung vào tình hình nghỉ làm việc do bệnh tật, tai nạn lao động (TNLD) liên quan đến nghề nghiệp của hai nhóm:

Nhóm 1: Người lao động trực tiếp tại các phân xưởng. Nhóm này bao gồm các bộ phận: Tiếp nhận, chế biến, Surimi, hàng chín, vi cá, cấp đông, giặt, vi sinh, vệ sinh, mùa vụ, máy, thành phẩm và KCS.

Nhóm 2: Nhóm đối chứng. Người lao động thuộc các bộ phận không làm việc trực tiếp tại các phân xưởng (phục vụ, hành chính-kỹ thuật).

Số liệu về sức khỏe người lao động được điều tra, hồi cứu trong 3 năm: 2017; 2018; và 2019. Những năm 2020 và 2021, sản xuất bị ảnh hưởng mạnh bởi đại dịch COVID-19 nên các số liệu thống kê bị loại bỏ do không phản ánh chính xác thực trạng về sức khỏe người lao động tại cơ sở.

Thống kê tình hình sức khỏe người lao động ở tất cả các công đoạn của Công ty, dựa vào các nguồn sau:

- Bảng chấm công;
- Bảng chấm ăn ca;
- Bảng theo dõi khám chữa bệnh tại bộ phận Y tế của Công ty;
- Kết quả khám bệnh định kỳ lưu giữ tại Phòng HCTH của Công ty.

Kết quả hồi cứu được tổng hợp thành các bảng số liệu theo các tháng trong năm của từng công đoạn sản xuất. Ví dụ về số liệu hồi cứu sức khỏe NLĐ tại công đoạn Chế biến 1 được trình bày trên Bảng 1.

Kết quả nghiên cứu KHCV

Bảng 1. Bảng theo dõi nghỉ việc tại công đoạn Chế biến 1

	CÔNG ĐOẠN CHẾ BIẾN 1		Tháng 1/2017								
TT	Họ và tên / Name		Nghỉ khác						Ôm, TN	Tổng	Bệnh liên quan
			L	P	VR	RO	TS	VS	OM		
1	Trần Thị	A.	1	1	0	7	0	0	2	15	Bệnh phụ nữ
2	Nguyễn Thị Kim	D.	1	5	0	0	0	0	2	18	Tai mũi họng
3	Lê Thị Thu	H.	1	2	0	0	0	0	2	21	Cơ xương khớp
4	Nguyễn Thị Diệu	H.	1	1	0	2	0	0	1	21	Răng hàm mặt
5	Nguyễn Thị Thu	H.	1	0	0	1	0	0	1	23	Bệnh phụ nữ
6	Nguyễn Thị	H.	1	5	0	0	0	0	2	19	Bệnh phụ nữ
7	Phùng Thị Kim	L.	1	4	0	0	0	0	2	20	Bệnh lây lan
9	Trần Thị	N.	1	12	0	0	0	0	2	12	Tai mũi họng
10	Phùng Thị Loan	NG.	1	1	0	0	0	0	1	23	Cơ xương khớp
11	Nguyễn Thị Thanh	NG.	1	5	0	0	0	0	1	21	Tai mũi họng
12	Vũ Thị Ánh	NG.	1	4	0	0	0	0	1	18	Cơ xương khớp
13	Đặng Thị	NH.	1	2	0	0	0	0	2	21	Bệnh phụ nữ
14	Huỳnh Thị	PH.	1	1	0	0	0	0	2	22	Cơ xương khớp
15	Vũ Thị	PH.	1	5	0	1	0	0	2	18	Bệnh phụ nữ
16	Nguyễn Thị	PH.	1	3	0	0	0	0	2	21	Tai mũi họng
17	Nguyễn Thị	T.	1	2	0	0	0	0	2	21	Tai mũi họng
18	Nguyễn Thị	TH.	1	1	0	0	0	0	2	22	Bệnh phụ nữ
20	Mai Thị Quyết	L.	1	1	0	0	0	0	2	22	Cơ xương khớp
21	Trần Thị Cẩm	NH.	1	3	0	0	0	0	6	17	Cơ xương khớp
	TỔNG CỘNG	CB1	21	61	0	13	0	0	37	445	

Ghi chú: L: nghỉ lễ; P: Nghỉ phép; RO: Nghỉ việc riêng không lương; VR: Nghỉ việc riêng có lương; TS: thai sản; VS: nghỉ vợ sinh

2.3. Kết quả đánh giá định lượng RRNN

Trên cơ sở các số liệu hồi cứu về sức khỏe người lao động trong 3 năm 2017; 2018 và 2019, sử dụng phương pháp đã trình bày trên đây, nhóm nghiên cứu tiến hành đánh giá RRNN tại Công ty TNHH chế biến thực phẩm D&N. Kết quả đánh giá định lượng rủi ro tại bốn công đoạn (Chế biến 1; 2; 3 và 4) trong năm 2017 được trình bày trên Bảng 2.

Thực hiện tương tự đối với các công đoạn còn lại và cho 3 năm: 2017; 2018 và 2019. Tổng hợp đánh giá RRNN của tất cả các công đoạn được trình bày trên các Bảng 3, Bảng 4 và Bảng 5.

Để tính toán mức RRNN trung bình hàng năm, đưa các số liệu từ các Bảng 3, Bảng 4 và Bảng 5 vào công thức (1), ta có:

$$\text{- Năm 2017: } MRRNN_{CS} = [(21 \times 0,654) + (20 \times 0,330) + \dots + (17 \times 0,036)] \times (21 + 20 + \dots + 17) = 0,208$$

$$\text{- Năm 2018: } MRRNN_{CS} = [(20 \times 0,200) + (20 \times 0,445) + \dots + (17 \times 0,016)] \times (20 + 20 + \dots + 17) = 0,205$$

$$\text{- Năm 2019: } MRRNN_{CS} = [(18 \times 0,269) + (20 \times 0,477) + \dots + (17 \times 0,042)] \times (18 + 20 + \dots + 17) = 0,224$$

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 2. Kết quả đánh giá RRNN tại Công ty TNHH CBTP D&N năm 2017

Nhóm NLĐ	CHẾ BIẾN 1; N=21			CHẾ BIẾN 2; N=20			CHẾ BIẾN 3; N=21			CHẾ BIẾN 4; N=21		
	Số trường hợp MKLĐ, 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 MKLĐ, 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 MKLĐ, 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 MKLĐ, K	Tổng số ngày nghỉ của cả phân xưởng, D	RRNN tính bằng số công bị mất trên NLĐ trong 1 năm
Loại bệnh												
BLL(SV)	31	228	0,24954	18	170	0,250868	12	57	0,04029	12	42	0,021875
Cơ xương khớp	40	112	0,04667	10	44	0,03025	18	30	0,00744	11	36	0,0175325
Mắt	4	4	0,0006	2	4	0,00125	5	9	0,002411	9	13	0,0027943
Bệnh về da	0	0		1	1	0,000156	3	7	0,002431	0	0	
Răng hàm mặt	1	1	0,00015	1	2	0,000625	4	5	0,00093	0	0	
Bệnh phụ nữ	20	49	0,01786	12	24	0,0075	32	80	0,029762	24	86	0,0458581
Tim mạch (tuần hoàn máu)	8	28	0,01458	3	5	0,001302	7	18	0,006888	4	17	0,0107515
Hô hấp (TMH)	77	168	0,05455	57	101	0,027963	56	85	0,019199	73	142	0,041104
Chấn thương	4	85	0,26879	0	0		0	0		3	16	0,0126984
Tiêu hóa	3	5	0,00124	11	27	0,010355	8	26	0,012574	5	12	0,0042857
Khác	0	0										
Tổng số các trường hợp và số ngày nghỉ	157	680		115	378		145	317		141	364	
Thiệt hại tổng trung bình theo NLĐ (RRNN)PXj	0,654			0,330			0,122			0,157		

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả đánh giá rủi ro tại các phân xưởng năm 2017

	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	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
Nhóm NLĐ	CHẾ BIẾN 1; N=21			CHẾ BIẾN 2; N=20			CHẾ BIẾN 3; N=21			CHẾ BIẾN 4; N=21		
Tổng số	157	680		115	378		145	317		141	364	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,654			0,330			0,122			0,157		
Nhóm NLĐ	CHẾ BIẾN 5; N=21			CHẾ BIẾN 6; N=22			SURIMI; N=12			HÀNG CHÍNH A; N=26		
Tổng số	184	510		164	630		34	121		125	404	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,313			0,410			0,156			0,248		
Nhóm NLĐ	HÀNG CHÍNH B; N=29			HÀNG CHÍNH C; N=28			HÀNG CHÍNH D; N=27			CHUẨN BỊ A; N=8		
Tổng số	185	528		232	185	528		232	185	528		232
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,218			0,187			0,270			0,185		
Nhóm NLĐ	CẤP ĐÔNG; N=18			TIẾP NHẬN; N=8			VI CÁ; N=64			MÙA VỤ 1; N=23		
Tổng số	70	179		34	70	179		34	70	179		34
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,089			0,116			0,167			0,175		
Nhóm NLĐ	MÙA VỤ 2; N=25			VỆ SINH; N=19			MÁY; N=2			VI SINH; N=21		
Tổng số	74	302		51	74	302		51	74	302		51
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,193			0,110			0,147			0,127		
Nhóm NLĐ	KCS; N=10			GIẶT; N=5			PHỤC VỤ; N=5			KỸ THUẬT; N=17		
Tổng số	33	103		2	33	103		2	33	103		2
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,110			0,011			0,093			0,036		

Kết quả nghiên cứu KHCV

Bảng 4. Bảng tổng hợp kết quả đánh giá rủi ro tại các phân xưởng năm 2018

	Số trường hợp MKLĐt, K	Tổng số ngày nghỉ của cả phân xưởng, D	RRNN tính bằng số công bị mất trên NLD 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 NLD 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 NLD 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 NLD trong 1 năm
Nhóm NLD	CHẾ BIẾN 1; N=20			CHẾ BIẾN 2; N=20			CHẾ BIẾN 3; N=20			CHẾ BIẾN 4; N=20		
Tổng số	159	424		97	331		109	356		118	274	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,200			0,445			0,279			0,139		
Nhóm NLD	CHẾ BIẾN 5; N=21			CHẾ BIẾN 6; N=20			SURIMI; n=11			HÀNG CHÍNH A; N=26		
Tổng số	152	364		145	486		45	120		90	253	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,149			0,299			0,109			0,121		
Nhóm NLD	HÀNG CHÍNH B; N=29			HÀNG CHÍNH C; N=28			HÀNG CHÍNH D; N=27			CHUẨN BỊ A; N=8		
Tổng số	113	335		194	589		202	750		53	179	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,135			0,079			0,4269			0,4189		
Nhóm NLD	CẤP ĐỒNG; N=18			TIẾP NHẬN; N=8			VI CÁ; N=62			MÙA VỤ 1; N=23		
Tổng số	78	244		36	113		343	1278		88	275	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,183			0,180			0,328			0,165		
Nhóm NLD	MÙA VỤ 2; N=25			VỆ SINH; N=20			MÁY; N=2			VI SINH; N=21		
Tổng số	96	305		44	130		6	9		97	262	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,156			0,087			0,021			0,159		
Nhóm NLD	KCS; N=10			GIẶT; N=5			PHỤC VỤ; N=5			KỸ THUẬT; N=17		
Tổng số	33	105		5	15		13	31		19	40	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,135			0,036			0,051			0,016		

Kết quả nghiên cứu KHCN

Bảng 5. Bảng tổng hợp kết quả đánh giá rủi ro tại các phân xưởng năm 2019

	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	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
Nhóm NLĐ	CHẾ BIẾN 1; n=18			CHẾ BIẾN 2; n=20			CHẾ BIẾN 3; n=18			CHẾ BIẾN 4; n=18		
Tổng số	83	310		61	325		65	167		58	161	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,269			0,477			0,0444			0,106		
Nhóm NLĐ	CHẾ BIẾN 5; n=21			CHẾ BIẾN 6; n=20			SURIMI; n=11			HÀNG CHÍNH A; n=20		
Tổng số	73	231		110	327		41	210		67	228	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,173			0,197			0,393			0,172		
Nhóm NLĐ	HÀNG CHÍNH B; n=18			HÀNG CHÍNH C; n=24			HÀNG CHÍNH D; n=19			CHUẨN BỊ A; n=8		
Tổng số	53	182		146	490		94	303		44	115	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,012			0,335			0,207			0,169		
Nhóm NLĐ	CẤP ĐỒNG; n=16			TIẾP NHẬN; n=8			VI CÁ; n=58			MÙA VỤ 1; n=15		
Tổng số	90	241		24	100		237	1153		52	176	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,162			0,276			0,457			0,277		
Nhóm NLĐ	MÙA VỤ 2; n=12			VỆ SINH; n=19			MÁY; n=2			VI SINH; n=16		
Tổng số	49	154		63	377		4	6		42	139	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,192			0,780			0,014			0,159		
Nhóm NLĐ	KCS; N=10			GIẶT; N=5			PHỤC VỤ; N=5			KỸ THUẬT; N=17		
Tổng số	31	114		0	0		15	50		20	47	
Thiệt hại tổng trung bình (RRNN)PXj	0,181			0			0,139			0,042		

Từ kết quả đánh giá rủi ro có thể nhận thấy trong năm 2017, nguyên nhân dẫn đến tổng thiệt hại (số ngày công MKLĐt trong một năm tính trên một NLĐ) ở các Phân xưởng chế biến - lớn nhất là do bệnh về hô hấp, chấn thương và các bệnh lây lan. Trong khi đó ở các phân xưởng chế biến hàng chín - thiệt hại lớn nhất là do hô hấp và tiêu hóa. Ở nhóm cấp đông, làm việc trong môi trường ẩm lạnh, thiệt hại lớn nhất là do bệnh hô hấp, cơ xương khớp. Ở nhóm đối chứng, thiệt hại ở các phân xưởng này thấp hơn nhiều so với các phân xưởng lao động trực tiếp. So với năm 2017, thiệt hại tổng năm 2018 có hơi giảm. Phân xưởng chế biến - thiệt hại lớn nhất là do bệnh liên quan đến phụ nữ, chấn thương và các bệnh lây lan. Ở các phân xưởng chế biến hàng chín - thiệt hại lớn nhất là do bệnh phụ nữ, các bệnh cơ xương khớp. Ở nhóm cấp đông, thiệt hại lớn nhất vẫn do các bệnh hô hấp, bệnh lây lan và cơ xương khớp. Trong năm 2019, thiệt hại tổng có xu hướng tăng nhẹ. Ở các phân xưởng chế biến - thiệt hại lớn nhất là do bệnh về phụ nữ và chấn thương. Ở các phân xưởng chế biến hàng chín - thiệt hại lớn nhất là do hô hấp và tiêu hóa. Ở nhóm cấp đông, thiệt hại lớn nhất là bệnh hô hấp, cơ xương khớp. Ở nhóm đối chứng, thiệt hại lớn nhất là do chấn thương TNLĐ trên đường đến nơi làm việc và các bệnh liên quan đến phụ nữ do nhiều nguyên nhân khác nhau. Nhìn chung có thể thấy rằng mức RRNN của công ty trong 3 năm từ 2017 đến 2019 không thay đổi nhiều (xấp xỉ 0,2 ngày công bị mất trong một năm, trên mỗi NLĐ) và thậm chí có chiều hướng gia tăng vào năm cuối. Điều đó cho thấy công tác quản lý nguy cơ tại cơ sở vẫn chưa thực sự có hiệu quả. Thông qua kết quả đánh giá rủi ro, công ty có thêm các thông tin để có thể điều chỉnh chính sách của mình trong việc quản lý rủi ro tại đơn vị.

3. KẾT LUẬN

Đánh giá định lượng rủi ro nghề nghiệp tại cơ sở sản xuất giúp cho các doanh nghiệp có thể

lượng hóa được các tổn thất, thiệt hại do rủi ro nghề nghiệp gây ra cho doanh nghiệp. Đánh giá định tính rủi ro nghề nghiệp có thể giúp doanh nghiệp nhận diện được các mối nguy có thể gây rủi ro để từ đó chủ động điều chỉnh chính sách, kỹ thuật, công cụ quản lý rủi ro nhằm khống chế và giảm thiểu thiệt hại. Việc sử dụng các thông số mất khả năng lao động theo thời gian (MKLĐt) làm cơ sở để xác định và phân loại RRNN dù 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. Một trong những nội dung quan trọng của phương pháp định lượng trực tiếp xác định RRNN tại vị trí làm việc được trình bày trên đây là việc thu thập số liệu trực tiếp tại cơ sở sản xuất để tính toán. Kết quả tính toán phụ thuộc vào chất lượng số liệu thực tế thu thập được. Với bề dày số liệu thu thập được trong 3 năm tại cơ sở có thể chưa hoàn toàn thỏa mãn yêu cầu đánh giá nhưng kết quả đánh giá rủi ro nghề nghiệp thu được cũng phần nào đáp ứng mục tiêu lượng hóa được các thiệt hại do rủi ro gây ra tại tất cả các bộ phận sản xuất cũng như của toàn bộ nhà máy trong thời gian hoạt động vừa qua để từ đó đưa ra những giải pháp quản lý rủi ro thích hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phân viện Khoa học ATVSLĐ và BVMT miền Trung (2017), *Nghiên cứu đánh giá rủi ro an toàn, vệ sinh lao động tại các cơ sở chế biến thủy sản khu vực miền Trung*, Báo cáo nhiệm vụ thường xuyên năm 2017, Đà Nẵng.
- [2]. Đỗ Trần Hải, Phạm Quốc Quân (2019), *Phương pháp xác định rủi ro an toàn và sức khỏe nghề nghiệp ở cơ sở sản xuất công nghiệp*, Kỷ yếu Hội thảo, Hà Nội.
- [3]. Institute for Water Resources US Army Corps of Engineers (2012), *Risk Assessment – Qualitative Methods*, USA.

XÁC ĐỊNH CÁC CÔNG THỨC ĐƯỢC SỬ DỤNG ĐỂ XÂY DỰNG THUẬT TOÁN MÔ PHỎNG LAN TRUYỀN TIẾNG ỒN VÀ DỰ BÁO MỨC ỒN TẠI VỊ TRÍ BẤT KỲ TRONG NHÀ XƯỞNG SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP

ThS. Lê Trường An, KS. Huỳnh Đức Thắng, KS. Nguyễn Thị Minh Hoa

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

Tóm tắt:

Xác định mức công suất nguồn âm (L_w), tính định hướng tính nguồn âm (Q) bằng các phép đo mức áp suất âm quanh nguồn ồn, phía trên bề mặt phản xạ, cách 1m và tính toán hằng số phòng (R) từ thời gian âm vang (T) của các bề mặt phản xạ bên trong nhà xưởng, tất cả là cơ sở để dự báo mức áp suất âm tại điểm bất kỳ, hoặc nguồn bất kỳ trong không gian kín, nơi luôn tồn tại song song hai trường âm: trực tiếp và phản xạ. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm tại xưởng cơ khí sửa chữa ô tô đã dự báo được công suất nguồn ồn tại các vị trí phun sơn, chà nhám, khoan, máy cắt bàn, máy nén khí lần lượt là 83,3, 93,2, 94,7, 108,3, 102,3dBA với độ lệch chuẩn <4%; độ giảm âm (D) trong xưởng là 72dB/s. Từ đây, xác định được các công thức toán học để xây dựng thuật toán mô phỏng lan truyền tiếng ồn và dự báo mức ồn tương đương tại các vị trí bất kỳ cần quan tâm trong nhà xưởng sản xuất công nghiệp.

Từ khóa: Lan truyền âm, tiếng ồn, dự báo mức ồn, thời gian âm vang.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tiếng ồn được định nghĩa là âm thanh quá mức hoặc không mong muốn gây khó chịu hoặc mất thính giác [1]. Nói cách khác, tiếng ồn là sự nhiễu loạn âm thanh gây phiền toái, dẫn đến các vấn đề sức khỏe và các hậu quả bất lợi. Tiếng ồn ảnh hưởng tới sức khỏe con người: làm mất thính lực vĩnh viễn hoặc tạm thời, làm mất tập trung, mất ngủ, gây khó chịu, giảm hiệu quả làm việc, giảm khả năng đọc hiểu, suy giảm trí nhớ dài hạn, tăng huyết áp, tăng tiết catecholamine... [2],[3],[4].

Ô nhiễm tiếng ồn cần được quan tâm xem xét và kiểm soát trong các hoạt động của con người như đối với các yếu tố hóa học, sinh học, điện từ trường, phóng xạ, vi khí hậu... Đồng thời, cần

được đưa vào để phân tích và đánh giá chỉ số chất lượng môi trường tổng hợp [5].

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, những người lao động phơi nhiễm với tiếng ồn có tỷ lệ bị điếc cao hơn so với những người khác [6]. Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) đã xác định rằng bệnh nghề nghiệp có liên quan đến hội chứng suy giảm thính lực do tiếng ồn [7]. Theo thông tư 15/2016/TT-BYT, điếc nghề nghiệp do tiếng ồn được đưa vào danh mục bệnh nghề nghiệp ở Việt Nam.

Trong năm 1972, Viện Quốc gia về An toàn và Sức khỏe nghề nghiệp Hoa Kỳ (NIOSH) đã xuất bản tài liệu "Các tiêu chí để khuyến nghị

tiêu chuẩn phơi nhiễm nghề nghiệp với tiếng ồn”, cung cấp cơ sở khoa học để khuyến nghị tiêu chuẩn, với mục đích giảm nguy cơ mất thính lực vĩnh viễn do phơi nhiễm với tiếng ồn nghề nghiệp. NIOSH khuyến cáo người lao động không nên phơi nhiễm với tiếng ồn ở mức hơn 85 dBA trong 8 giờ. Ở Việt Nam, giới hạn phơi nhiễm cho phép ca làm việc được quy định trong QCVN 24:2016/BYT cũng là 85dBA. Kiểm soát tiếng ồn là yêu cầu quan trọng, đặc biệt là trong sản xuất. Vì vậy, cần phải có công cụ kỹ thuật để có thể phát hiện, dự đoán và kiểm soát hiệu quả tiếng ồn.

Âm thanh lan truyền trong khí quyển dưới dạng chuyển động sóng [8]. Sự lan truyền âm thanh phụ thuộc vào ba yếu tố: i) nguồn âm thanh; ii) môi trường truyền dẫn và iii) bộ phận tiếp nhận [9]. Việc dự báo mức âm ở các vị trí cần quan tâm ở nơi làm việc, giúp các nhà quản lý và người lao động biết trước được mức phơi nhiễm và đưa ra các biện pháp kiểm soát hay bảo vệ hợp lý.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Truyền âm trong nhà công nghiệp

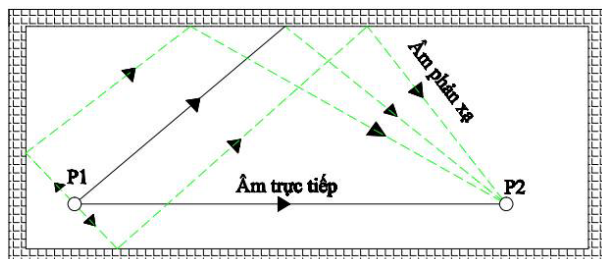
Khi đề cập đến truyền âm trong không gian kín là nhà xưởng chúng ta cần xét đến đặc tính của trường âm trực tiếp và trường âm vang hay trường âm phản xạ. Hai loại âm trường này luôn tồn tại song song trong không gian phòng. Trường âm trực tiếp không bị ảnh hưởng bởi đặc tính phản dội phòng hay kích thước của phòng mà chỉ phụ thuộc vào đặc tính nguồn âm (công suất nguồn, hệ số định hướng của nguồn). Ngược lại, trường âm phản xạ phụ thuộc rất nhiều vào kích thước, tính phản xạ của các bề mặt vật cản và của phòng. Trong trường âm phản xạ sóng âm có khả năng phản dội rất nhiều lần và có thể di chuyển mọi hướng trong không gian. Vì vậy, để xác định năng lượng âm tại điểm P bất kỳ trong không gian kín là nhà xưởng hoặc phòng ốc cần xét đến năng lượng âm trường trực tiếp tới P và năng lượng âm phản xạ đến P. Trong việc xác định năng lượng âm trường trực tiếp đến P ta sẽ tiến hành xem xét đặc tính các

nguồn âm đến P bao gồm công suất âm các nguồn, hệ số định hướng của các nguồn đến P.

Giả sử trong không gian nhà xưởng có hai người lao động thao tác tại vị trí P1 với máy khoan tay, người lao động thao tác kiểm tra lỗi kỹ thuật tại vị trí P2. Cả hai cùng làm việc trong phòng có kích thước 4mx5mx4m và có tường bao xung quanh. Tại vị trí P1: Người lao động sẽ chịu ảnh hưởng bởi âm trực tiếp từ máy khoan tạo ra trong quá trình thao tác và âm phản xạ từ sự phản dội sóng âm của các bề mặt và vật cản trong phòng. Tại vị trí P2: Trong quá trình thao tác kiểm tra lỗi kỹ thuật sản phẩm người lao động tại vị trí P2 sẽ tiếp nhận âm tới từ âm trường trực tiếp từ máy khoan và âm phản xạ từ máy khoan qua các bề mặt và vật cản trong phòng. Tại đây, có sự khác biệt so với vị trí P1 là mức năng lượng âm tổng hợp của hai trường âm trực tiếp và phản xạ tại P2 có ảnh hưởng bởi yếu tố khoảng cách từ nguồn là máy khoan tại P1 đến P2.

Có thể mô tả quá trình truyền âm diễn ra đến từng vị trí qua Hình 1.

Sóng âm lan truyền trong không gian khi gặp vật cản hoặc vách ngăn một phần phản xạ lại môi trường, một phần được hấp thụ bởi vật cản hoặc vách ngăn tùy vào tính hút âm của từng loại vật liệu mà khả năng hút âm là nhiều hay ít, một phần nữa có thể xuyên qua vật cản hoặc vách ngăn để tới không gian lân cận. Ngoài ra, ảnh hưởng từ năng lượng âm bên ngoài tác động vào trong phòng cũng phải được tính đến.



Hình 1. Hình mô tả quá trình truyền âm trong phòng kín

Kết quả nghiên cứu KHCN

Việc tính toán áp suất âm tại điểm bất kỳ là việc tổng hợp áp suất âm trường trực tiếp và áp suất âm trường phản xạ tại điểm đó. Để thực hiện ta cần xác định một số thông số:

Trong trường trực tiếp tính định hướng của nguồn và khoảng cách từ nguồn đến điểm đóng vai trò quan trọng trong việc xác định mức áp suất âm tại điểm.

Trong trường phản xạ đặc tính không gian (hình dáng, kích thước, cách bố trí, loại vật liệu cấu thành trong không gian...) mang tính quyết định trong việc tính toán xác định mức áp suất trong không gian.

2.2. Các thông số cần xác định trong tính toán truyền âm nhà xưởng

2.2.1. Độ giảm âm (D) và thời gian âm vang (T)

Khi một nguồn âm trong không gian giới hạn ngừng phát thì sau một khoảng thời gian t , âm thanh mới tắt. Mức áp suất âm L ở thời điểm t trong không gian này được biểu diễn như sau:

$$L = L_0 - Dt \quad (1)$$

- Trong đó, L_0 là mức áp suất âm của nguồn (dBA)

- D là độ tắt dần trung bình theo thời gian (dBA/s)

Độ tắt dần trung bình (D) phụ thuộc vào nhiệt độ không khí, hình dạng của không gian và đặc tính của các vật liệu có trong không gian này.

$$D = (10 \cdot \bar{\alpha} \cdot \log_e)(c/l) + G \cdot c \quad (2)$$

Với: $l = F \cdot V/S$

Trong đó:

D : Độ giảm âm, dBA/s;

$\bar{\alpha}$: Hệ số hút âm trung bình của các bề mặt trong xưởng;

$\log_e$: hằng số toán học sau khi biến đổi công thức ($\log_e=0,434$);

c : vận tốc âm thanh trong không khí, m/s ($c=0,345$ m/s ở 1atm và 25°C);

l : khoảng cách trung bình giữa các lần phản xạ (m);

F : hệ số phòng, thường phụ thuộc hình dáng phòng ($F=4$);

S : Tổng diện tích bề mặt trong xưởng, m²;

V : thể tích không gian trong nhà xưởng, m³;

G : độ giảm âm trong không khí, dBA.

Theo nghiên cứu của Vern O.Kudsen (1931) [10] thì độ giảm âm do không khí (G) trong không gian kín là không đáng kể (chỉ chiếm 3 – 5%). Vì vậy, công thức (2) được viết lại như sau:

$$D = (10 \cdot \bar{\alpha} \cdot \log_e)/(4 \cdot V) \quad (3)$$

Theo Sabine [11] thời gian vang là khoảng thời gian (t) để cho mức năng lượng âm giảm xuống mức 60dB ($t = 60/D$). Phương trình thời gian vang được biểu diễn:

$$T = \frac{24 \cdot V}{c \cdot S \cdot \bar{\alpha} \cdot \log_e} \quad (4)$$

Trong đó:

T : thời gian âm vang (s);

S : Tổng diện tích bề mặt trong xưởng, m²;

V : thể tích không gian trong nhà xưởng, m³;

$\bar{\alpha}$: Hệ số hút âm trung bình của các bề mặt trong xưởng;

$\log_e$: hằng số toán học sau khi biến đổi công thức ($\log_e=0,434$);

c : vận tốc âm thanh trong không khí, m/s ($c=0,345$ m/s ở 1atm và 25°C).

Do, xác định thời gian vang (T) và độ giảm âm (D) được thực hiện theo ISO 3741, ISO 3743 và ISO 3382-2.

2.2.2. Công suất nguồn âm

Để tính toán chính xác mức áp suất âm trong sản xuất công nghiệp thì việc xác định mức công suất của nguồn âm đóng vai trò quan trọng. Có thể xác định nguồn âm bằng cách ước lượng và

đo đạc. Trong sản xuất công nghiệp, nguồn âm không chỉ là từ máy móc mà còn do hoạt động của con người.

Việc xác định công suất nguồn âm được thực hiện trong phòng thí nghiệm và tại hiện trường theo ISO 3744 và ISO 3747. Đặc tính hướng của nguồn âm được tính toán dựa trên cơ sở mức công suất nguồn âm đã xác định được.

Áp suất âm trực tiếp và âm phản xạ từ các bề mặt tại vị trí cách nguồn một khoảng cách r (m) được xác định theo công thức của L.L.Beranek (1954) [12]:

$$p_r^2 = W \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad (5)$$

Theo E.Dietze và W.D.Goodale:

$$R = S \cdot \bar{\alpha} / (1 - \bar{\alpha}) \quad (6) [13]$$

$$\text{và } Q = \left(\frac{p_r^2}{p^2} \right) \bigg|_{r_0 = r} \quad (7) [13]$$

Trong đó:

p_r : áp suất âm ở khoảng cách r , Pa;

W : công suất nguồn âm, W/m²;

Q : hệ số định hướng;

R : hằng số phòng, m²;

$\bar{p}$: trung bình cộng áp suất âm ở các hướng, Pa;

p_r : áp suất âm ở hướng cần tính, Pa;

r_0 : khoảng cách tính các áp suất âm phải bằng nhau, m.

Trong công thức (5), hằng số R phụ thuộc vào diện tích bề mặt và loại vật liệu được sử dụng trong xưởng.

Từ công thức (5) ta có 2 cách xác định công suất của nguồn âm. Khi khoảng cách đo gần nguồn âm (trường tự do) thì công thức (5) được viết lại:

$$L_w = L_p + 20 \cdot \log r - 10 \cdot \log Q + 11 \quad (8)$$

Khi phép đo để tính toán nguồn âm trong

trường phản xạ thì công thức (5) là:

$$L_w = L_p + 10 \cdot \log R - 6 \quad (9)$$

Việc xác định hằng số trong các nhà xưởng công nghiệp rất khó khăn và cần một cách tiếp cận khác để thực hiện được trong điều kiện thực tế. Căn cứ vào định nghĩa thời gian vang, độ giảm âm của Sabine và thì

$$10 \cdot \log R = 10 \cdot \log (S \cdot \bar{\alpha}) - 10 \cdot \log (1 - \bar{\alpha}) \quad (10)$$

Với hoạt động sản xuất công nghiệp theo Sabine $\bar{\alpha} < 0,2$ nên $10 \cdot \log(1 - \bar{\alpha}) \approx \bar{\alpha} \cdot \log e = 0,087$; có thể bỏ qua được trong tính toán. Và theo định nghĩa của Sabine về thời gian để mức ồn giảm 60dB thì: $60/D = (24 \cdot V)/(c \cdot S \cdot \bar{\alpha} \cdot \log e)$, khi $c = 345 \text{ m/s}$ (ở 25°C, 1atm) và $\log e$ là hằng số toán học $\approx 0,434$ thì ta có $S \cdot \bar{\alpha} = 0,002671 \cdot D \cdot V$. Viết lại công thức (10) ta có $10 \cdot \log R \approx 10 \cdot \log (0,002671 \cdot D \cdot V) = 10 \cdot \log V + 10 \cdot \log D - 25,7$. Vậy nên, tính toán nguồn âm trong trường âm phản xạ, công thức (9) được viết lại:

$$L_w = L_p + 10 \cdot \log V + 10 \cdot \log D - 31,7 \quad (11)$$

Trong đó:

L_p : mức áp suất âm tại điểm đo hoặc cần tính, dB;

L_w : mức công suất nguồn âm, dB;

V : thể tích không gian trong nhà xưởng, m³;

D : độ giảm âm, dBA/s.

Như vậy, để xác định được áp suất tại điểm cần tính cần xác định các thông số: công suất nguồn âm, hệ số định hướng nguồn âm, đặc tính của phòng (độ giảm âm và thời gian âm vang trong phòng)

3. NGHIÊN CỨU TẠI NHÀ MÁY

Nhóm tiến hành thực hiện tại xưởng sửa chữa cơ khí ô tô. Để dự đoán mức áp suất âm tại điểm bất kỳ cách nguồn ồn khoảng cách r (m). Các thông số cần xác định bao gồm: hệ số định hướng nguồn âm, công suất nguồn âm.

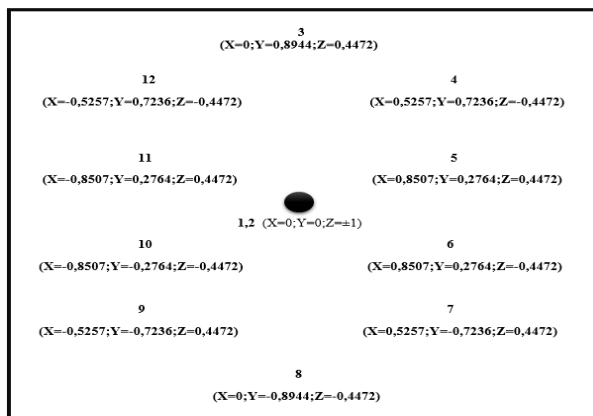
Áp suất âm được xác định theo sơ đồ bố trí

Kết quả nghiên cứu KHCN

gồm 12 điểm đo cách nguồn 1m như trong Hình 2.

Một số nguồn phát sinh tiếng ồn được dự đoán hệ số định hướng nguồn ồn được mô tả trong Bảng 1.

Trong 5 đối tượng được mô tả có 3 đối tượng chưa xác định được Q một cách chắc chắn, nên nhóm tiến hành đo. Trong quá trình thực hiện, do đặc tính công việc, một số đối tượng phải bố trí một bên của sơ đồ điểm đo. Vì vậy, các điểm đo được ký hiệu lại theo Bảng 2.



Hình 2. Sơ đồ bố trí điểm đo áp suất âm

Dựa vào số liệu đo đặc áp suất âm và áp dụng công thức (5) hệ số định hướng tại các điểm đo được tính toán trình bày trong Bảng 3.

Độ giảm âm phụ thuộc vào đặc tính của không gian như: hình dáng, cách bày trí, loại vật liệu của trần, tường, sàn hay các vật dụng, thiết bị... Để đơn giản, nhóm nghiên cứu tiến hành đo độ giảm âm tại xưởng sửa chữa ô tô (Hình 3).

Nhà xưởng được xây tường gạch và tô xi măng; sàn cũng được lát bằng xi măng; mái nhà lợp bằng tấm lợp fibro xi măng, cao từ 3,9m đến 4,9m. Tổng số lao động trong xưởng có 11 người.

Độ giảm âm được xác định bằng kỹ thuật nguồn ngắt quãng theo ISO 3382-2. Độ giảm âm bằng độ dốc ước lượng của đường suy giảm phi tuyến tính trong khoảng RT20 (5 - 25 dB). Nhóm bố trí 1 nguồn âm cách tường cuối xưởng 2m và 2 máy thu âm cách nguồn âm 4m hướng gần cửa ra vào xưởng; 2 máy thu cách nhau 3m và cao 1,2m so với sàn, thời gian ghi 50ms.

Điều kiện khi thực hiện đo: xưởng ngưng hoạt động, nhiệt độ: 35,9°C; độ ẩm tương đối 46%, áp suất không khí: 1atm;

Bảng 1. Các nguồn phát sinh tiếng ồn tại xưởng sửa chữa cơ khí ô tô

STT	Đối tượng	Bố trí / tư thế	Q dự đoán
1	Máy nén khí	Máy được đặt cuối xưởng sản xuất, ngay góc tường, không gần cách âm. Máy tự khởi động bằng role áp suất, cứ sau 2 phút thì máy khởi động chạy trong 2 phút thì ngừng	4
2	Vị trí phun sơn	Công nhân phun sơn bằng 1 tay, tay sơn ngan tầm ngực hoặc mắt, phun sơn hướng vuông góc với người lao động. Thời gian phun theo lịch sản xuất	-
3	Vị trí chà nhám	Công nhân sửa dụng máy chà bằng 2 tay, chà lên thành xe, tay hướng góc 45° so với mắt nhìn của người lao động.	-
4	Vị trí khoan	Công nhân sử dụng máy khoan bằng 2 tay thao tác lắp ráp khung xe, tư thế lao động có thể đứng hoặc ngồi.	-
5	Máy cắt bàn	Máy cắt sắt được đặt dưới đất, công dùng tay kéo cắt xuống khi sử dụng	2

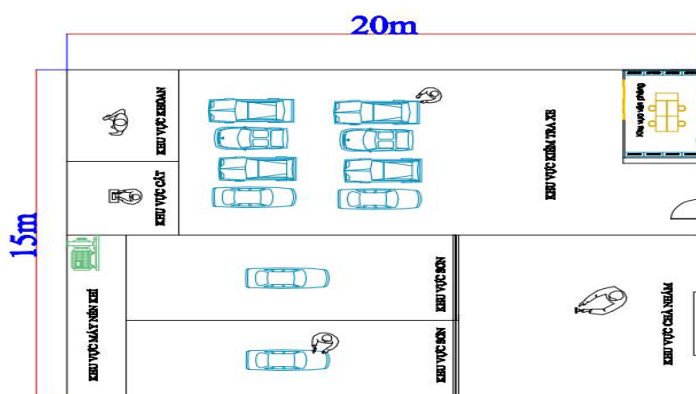
Bảng 2. Tọa độ các điểm đo

4 .

STT	Tọa độ (x,y,z) (m)	Ký hiệu
1	0 , 0, 1	1+
2	0,8507, -0,2764, 0,4472	6+
3	0,8507, -0,2764, -0,4472	6-
4	0,5257, -0,7236, 0,4472	7+
5	0,5257, -0,7236, -0,4472	7-
6	0, -0,8944, 0,4472	8+
7	0, -0,8944, -0,4472	8-
8	-0,5257, -0,7236, 0,4472	9+
9	-0,5257, -0,7236, -0,4472	9-
10	-0,8507, -0,2764, 0,4472	10+
11	-0,8507, -0,2764, -0,4472	10-

Bảng 3. Kết quả đo áp suất âm và tính toán hệ số Q xung quanh nguồn 1m

Ký hiệu	Vị trí	Phun sơn		Chà nhám		Khoan đứng		Khoan ngồi		Máy cắt bàn	
		dBA	Q	dBA	Q	dBA	Q	dBA	Q	dBA	Q
1+		87,4	0,72	88,1	0,98	85,6	0,51	85,4	0,45	-	-
6+		91	1,66	87,6	0,87	90	1,41	92,1	2,09	97,1	0,47
6-		91,5	1,86	87,4	0,83	88	0,89	88,3	0,87	98	0,58
7+		90,3	1,41	87,2	0,79	93,5	3,16	92,7	2,40	97,5	0,51
7-		92,2	2,19	86,7	0,71	87,9	0,87	89,3	1,10	98,8	0,69
8+		84,6	0,38	88,2	1,00	87,2	0,74	86,6	0,59	98,6	0,66
8-		84,2	0,35	87,2	0,79	88,8	1,07	88,6	0,93	103,6	2,09
9+		84,6	0,38	88,7	1,12	85,2	0,47	88,1	0,83	102,2	1,51
9-		88,2	0,87	87,8	0,91	87,1	0,72	89,7	1,20	101,8	1,38
10+		87,6	0,76	88,5	1,07	80,7	0,17	81,8	0,20	-	-
10-		85,5	0,47	91	1,91	88,9	1,096	85,2	0,43	100,6	1,02



Hình 3. Sơ đồ mặt bằng xưởng sửa chữa ô tô

KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

4.1. Hệ số định hướng (Q)

Đặc tính nguồn âm được xác định thông qua hệ số định hướng Q. Dựa vào việc tính hệ số định hướng tại các vị trí, kết quả thống kê được trong Bảng 4.

4.2. Mức công suất nguồn âm (L_w) trong trường trực tiếp

Kết quả xác định mức công suất âm theo công thức (8) của các đối tượng phát sinh tiếng ồn được tính toán trong Bảng 5.

Theo dự báo, mức công suất nguồn âm tại máy nén khí và động cơ điện (1200 vòng/ph) lần lượt là 102,3dBA và 94,dBA. So với kết quả đo đạc được lần lượt 102,7dBA và 95,7dBA thì có sự chênh lệch -0,4dBA tại vị trí máy nén khí và -1,0 dBA tại vị trí động cơ điện. Từ kết quả tính

mức công suất nguồn âm và đo thực tế ở khoảng cách 0,1m khá tương đồng. Từ đó thấy rằng, việc sử dụng công thức (8) để xác định mức công suất âm của nguồn là đáng tin cậy.

4.3. Độ giảm âm

Khi xác định mức công suất nguồn âm ở trường phản xạ theo công thức (11) thì việc quan trọng là phải xác định được độ giảm âm (Hình 4).

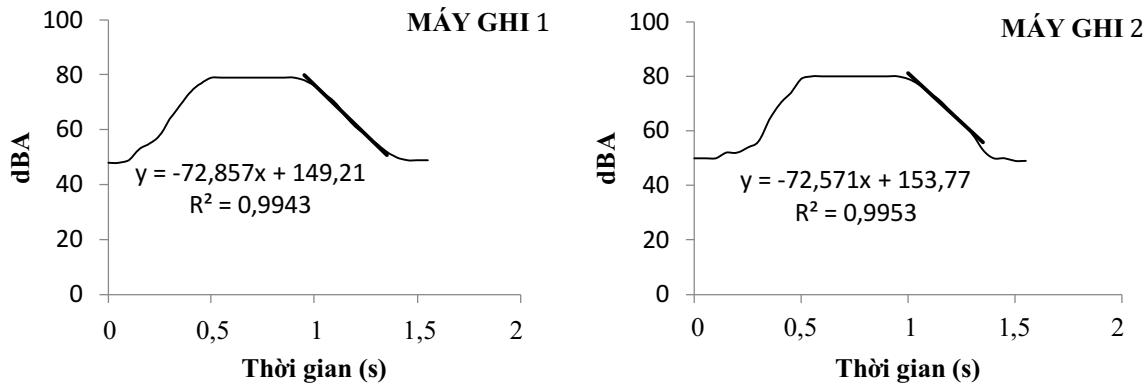
Hệ số tương quan của đường suy giảm từ 2 máy ghi đều $R^2 > 0,99$, phép đo là đáng tin cậy. Từ 2 phương trình đường suy giảm phi tuyến tính có dạng $L_i = a - b.t_i$, mà độ giảm âm bằng với độ dốc của đường suy giảm tức $D = -b$ và độ dốc của 2 phương trình gần bằng nhau nên nhóm nghiên cứu chọn độ giảm âm của xưởng D = 72dBA cho các tính toán trong trường âm phản xạ.

Bảng 4. Kết quả xác định hệ số định hướng

STT	Đối tượng	Hệ số định hướng	Mô tả
1	Vị trí phun sơn	2,19	Lan truyền về hướng tay cầm bình phun sơn của người lao động
2	Vị trí chà nhám	1,9	Lan truyền về hướng trước mặt người lao động và có xu hướng đi xuống.
3	Vị trí khoan, tư thế đứng	3,16	Lan truyền về bên tay cầm máy khoan, hướng về vai của người lao động.
4	Vị trí khoan, tư thế ngồi	2,4	Hướng lan truyền tương tự như vị trí khoan với tư thế đứng
5	Máy cắt bàn	2,09	Lan truyền tiếng ồn của máy cắt đều, có dạng nửa bán cầu.

Bảng 5. Kết quả xác định mức công suất âm của các nguồn

STT	Đối tượng	Mức áp suất âm ở khoảng cách 1m (dBA)	Mức công suất âm dự báo (dBA)	Mức áp suất âm ở khoảng cách 0,1m (dBA)
1	Máy nén khí	97,3	102,3	102,7
2	Vị trí phun sơn	75,3	83,3	83,5
3	Vị trí chà nhám	86	93,2	92,9
4	Vị trí khoan, tư thế đứng	88,5	94,7	95,7
5	Vị trí khoan, tư thế ngồi	88,9	96,1	96,6
6	Máy cắt bàn	100,4	108,3	108,4



Hình 4. Đường suy giảm mức áp suất âm theo thời gian

Bảng 6. Kết quả dự đoán mức áp âm do máy nén khí gây ra tại 2 vị trí M₁ và M₂

Vị trí	Trường âm tự do dBA	Trường âm phản xạ dBA	Tính tổng dBA	Kết quả đo dBA
M ₁	76,6	83,6	81,4	84,2
M ₂	58,6		80,7	84,0

Từ những số liệu thực nghiệm, nhóm tiến hành dự báo mức áp suất âm do máy nén khí ($L_w = 102,7\text{dBA}$) gây ra tại 2 vị trí cách máy nén khí $M_1 = 11,47\text{m}$; $M_2 = 16,1\text{m}$ theo công thức (8) cho trường âm tự do và công thức (11) cho trường âm phản xạ (Bảng 6).

Kết quả dự đoán gần giống với kết quả đo được tại hiện trường, độ lệch chuẩn lần lượt là 3,4% và 3,9%.

5. KẾT LUẬN

Dự báo mức áp suất âm tại điểm bất kỳ trong nhà xưởng sản xuất công nghiệp được thực hiện theo trình tự như sau:

- Xác định đặc tính của các nguồn âm riêng lẻ, bao gồm: mức công suất và hệ số định hướng.

- Dự báo lan truyền mức áp suất âm ở trường tự do theo công thức:

$$L_p = L_w - 20 \cdot \log r + 10 \cdot \log Q - 11 \quad (\text{dB})$$

- Dự báo lan truyền âm trong trường phản xạ thông qua độ giảm âm theo phương trình âm vang của Sabine:

$$L_{rev} = L_w - 10 \cdot \log V - 10 \cdot \log D + 31.7$$

- Dự báo tổng mức áp suất âm tương đương theo công thức:

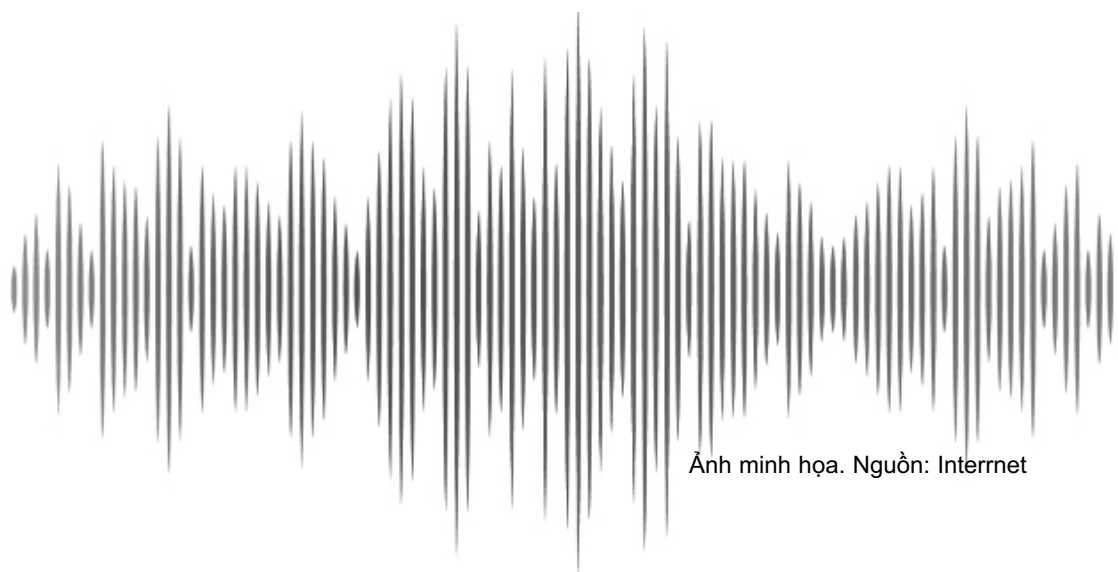
$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right) \quad (\text{dB})$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Robert G. Confer, Thomas R. Confer (1999), *Technology and Engineering*, CR Cpress, pp 173.

[2]. A Ali Abbasi, Hbux Marriand Murlindhar Nebhwani (2011), *Industrial noise pollution and impact on workers in Textile based cottage industries: an empirical study*, Research Journal of Engineering and Technology, Volume 30, No.1.

- [3]. Sadeghi M, Khayri S, Jafari A, Shahrani M (2007), *Sound Level in a Ten Year Period in Shahrekord City*, Journal of Shahrekord University of Medical Sciences; 8(4):81-7.
4. Parvizpoor D (1976), *Noise exposure and prevalence of high blood pressure among weavers in Iran*, Journal of Occupational Medicine, 18 (11), pp.730-731.
- [5]. Quartieri J., Troisi A., Guarnaccia C., D'Agostino P. (2010), *An Environmental Quality Index Related to Polluting Agent and its application in the frame work of a GIS platform*, in Proc, 2nd Int. Conf. on Engineering Optimization, Instituto Superior Técnico Lisbon, Portugal.
- [6]. Aghili Nejad M, Mostafaie M (2008), *Occupational Medicine Occupational Diseases*, Tehran: Arjmand Press.
- [7]. WHO (2002), *World Health Report 2002 - Reducing risks, promoting health life*, Geneva, World Health Organization.
- [8]. Paul Jensen, Charles R Jokel, Laymon N Miller (1978), *Industrial noise control manual*, Bolt Beranek and Newman, Inc Cambridge, Massachusetts, US Government printing office, Washington DC.
- [9]. T.S.S. Jayawardana, M.Y.A. Perera, G.H.D. Wijesena (2014), *Analysis and control of noise in a textile factory*, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 4, Issue 12, ISSN 2250-3153.
- [10]. Vern O. Kundson (1931), *The effect of humidity upon the absorption of sound in a room and a determination of the coefficients of absorption of sound in air*, Journal of Acoustical Society, pp 126-138.
- [11]. Paul E. Sabine (1932), *Acoustics and Architecture*, McGraw – Hill Book Company; Inc. New York, p. 58-309.
- [12]. L.L. Beranek (1954), *Acoustics*, McGraw - Hill Book Company, Inc New York.
- [13]. E. Dietze and W.D. Goodale (1939), *The computation of the composite noise resulting from random variable sources*, Journal Bell System Tech, 18(4), p.605-623.
- [14]. Nguyễn Hải (1996), *Âm học và kiểm tra tiếng ồn*, Nhà xuất bản Giáo dục, Chương 8, trang 202.
- [15]. Việt Hà, Nguyễn Ngọc Giả (2010), *Cơ sở âm học kiến trúc*, Nhà xuất bản Xây dựng, Chương 4, trang 112.



Ảnh minh họa. Nguồn: Internet