

Đánh giá trạng thái an ninh môi trường theo phương pháp tiếp cận hệ thống và liên ngành tại làng nghề Đông Mai, Hưng Yên

Assessing the status of environmental security using a systematic and interdisciplinary approach in Dong Mai craft village, Hung Yen

Trịnh Văn Quyền*, Nguyễn Thị Ngân Hà, Phạm Thị Thu Hà, Nguyễn Hữu Hoàng Phong,
Trần Kim Thiên
Trinh Van Quyen*, Nguyen Thi Ngan Ha, Pham Thi Thu Ha, Nguyen Huu Hoang Phong,
Tran Kim Thien

*Trường Quản trị và Kinh doanh, Đại học Quốc gia Hà Nội
Hanoi School of Business and Management (HSB); Vietnam National University, Hanoi (VNU)
144 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 25/08/2023, ngày phản biện xong: 31/10/2023, ngày chấp nhận đăng: 11/11/2023)

Tóm tắt

Hiện nay, đang có xu hướng phát triển mạnh các dòng xe điện nên nhu cầu tái chế ắc quy đã qua sử dụng trở nên cấp thiết. Tuy nhiên quá trình tái chế ắc quy đã ảnh hưởng đến con người và môi trường bởi vì các tác động đến sức khỏe của việc tiếp xúc với chì và axit là đáng kể. Hơn nữa, xử lý nước thải, khí thải và chất thải rắn phát sinh trong quá trình tái chế ắc quy cũng là vấn đề phức tạp. Làng nghề tái chế ở thôn Đông Mai, xã Chi Đạo, huyện Văn Lâm, tỉnh Hưng Yên có nhiều hoạt động sản xuất, trong đó có tái chế ắc quy thải. Hoạt động này mang lại nguồn lợi kinh tế cho các hộ gia đình nhưng cũng gây ô nhiễm môi trường. Áp dụng phương pháp tiếp cận hệ thống và liên ngành, dựa vào khảo sát thực tế, phỏng vấn chuyên gia và phương trình an ninh phi truyền thống, từ đó đánh giá thực trạng, đưa ra các giải pháp khắc phục hạn chế góp phần đảm bảo an ninh môi trường tại làng nghề Đông Mai. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy công tác quản trị an ninh môi trường tại làng nghề tái chế chì thôn Đông Mai được đánh giá còn nhiều hạn chế cần khắc phục. Quy trình đánh giá an ninh môi trường và phương pháp nghiên cứu đã thực hiện là tài liệu tham khảo hữu ích để thực hiện các đề tài tương tự.

Từ khóa: Tái chế; ắc quy; an ninh môi trường.

Abstract

Currently, there is a strong trend of developing electric vehicles, so the need to recycle used batteries has become urgent. However, the battery recycling process has affected people and the environment because of the negative health impact of lead and acid exposure. The treatment of wastewater, exhaust gas, and solid waste generated in the battery recycling process makes it a more complex issue. The recycling craft village in Dong Mai, Chi Dao commune, Van Lam district, Hung Yen province has many production activities, including recycling waste batteries. This activity brings economic benefits to households but it also pollutes the environment. Applying a systematic and interdisciplinary approach based on field surveys and expert interviews and employing the non-traditional security equations, the current situation is assessed and solutions are proposed to overcome shortcomings in ensuring environmental security in the craft village. Results show that the environmental security management in the village has many limitations that need to be overcome.

*Tác giả liên hệ: Trịnh Văn Quyền
Email: quyentv@hsb.edu.vn

The process of environmental security assessment and the research methods carried out are useful references to carry out similar projects.

Keywords: recycle; used battery; environmental security.

1. Giới thiệu chung

Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, làng nghề là một hoặc nhiều cụm dân cư cấp thôn, ấp, bản, làng, buôn, sóc hoặc các điểm dân cư tương tự trên địa bàn một xã, phường, thị trấn có các hoạt động ngành nghề nông thôn, sản xuất tiểu thủ công nghiệp sản xuất ra một hoặc nhiều loại sản phẩm khác nhau [2]. Làng nghề Đông Mai, xã Chi Đạo là một trong những địa phương của huyện Văn Lâm, tỉnh Hưng Yên có nghề truyền thống thu hồi các sản phẩm từ ắc quy phế liệu và tái chế kim loại màu như: đồng, kẽm, nhôm. Nghề tái chế chì ở thôn Đông Mai đã có từ những năm 1970 và phát triển mạnh nhất vào đầu những năm 1990, thời kỳ cao điểm thường xuyên có gần 30 lò nung rải rác khắp thôn, sản phẩm làm ra được cung cấp cho các nhà máy sản xuất ắc quy. Trước năm 1998, những lò nấu chì nằm xen lẫn giữa các hộ trong thôn. Nước thải, chất thải trong quá trình sản xuất được thải trực tiếp vào đất, ao và nguồn nước tại địa phương. Mỗi ngày thôn nấu trên 10 tấn chì bằng thủ công, thải ra hàng tấn khói bụi, khói chì. Từ năm 2015 các hộ trong làng nghề đã chuyển toàn bộ hoạt động tái chế ra khỏi khu dân cư, để vào sản xuất tại cụm công nghiệp làng nghề đã được quy hoạch. An ninh môi trường là thành tố quan trọng của an ninh quốc gia, một phạm trù thuộc lĩnh vực an ninh phi truyền thống. An ninh môi trường là khả năng môi trường đáp ứng các chức năng cơ bản của con người một cách bền vững [12]. An ninh môi trường là việc đảm bảo không có tác động lớn của môi trường đến sự ổn định chính trị, xã hội và phát triển kinh tế của quốc gia [10].

Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

Ngoài nước

Vấn đề an ninh môi trường được đưa ra lần đầu tiên vào năm 1972 tại Hội nghị môi trường

con người do Liên Hợp Quốc tổ chức tại Xtóckhôm (Thụy Điển). Báo cáo tại hội nghị được thông qua mang tựa đề: “Chỉ có một địa cầu và tuyên ngôn môi trường con người” đã kêu gọi và thức tỉnh các quốc gia hãy chú ý bảo vệ môi trường chung của nhân loại. Từ sau hội nghị đó, vấn đề “an ninh môi trường” được nhiều quốc gia có nền kinh tế công nghiệp phát triển đặc biệt quan tâm.

Quy mô thị trường ắc quy axit chì toàn cầu được định giá 79,9 tỷ USD vào năm 2021 và dự kiến sẽ vượt qua 115,1 tỷ USD vào năm 2030 [4]. Châu Á - Thái Bình Dương thống trị ngành công nghiệp ắc quy axit chì và chiếm hơn 55,0% thị phần doanh thu toàn cầu vào năm 2022. Ngành xây dựng đang phát triển ở các quốc gia mới nổi bao gồm Trung Quốc, Ấn Độ, Nhật Bản, Malaysia, Hàn Quốc, Việt Nam và Indonesia dự kiến sẽ thúc đẩy việc sử dụng pin chì-axit [5]. Tính đến tháng 6 năm 2021, Trung Quốc vẫn dẫn đầu thế giới về năng lực tái chế pin, với hơn 230 nghìn tấn. Con số này gấp gần chục lần công suất tái chế của Hàn Quốc, nước đứng thứ hai với 24 nghìn tấn [7].

Dựa trên loại pin, thị trường được chia thành pin li-ion, pin axit chì (LAB), pin dựa trên niken, pin dựa trên Zn-MnO₂ và các loại khác. Trong số này, phân khúc pin axit chì chiếm thị phần cao nhất vào năm 2021 trong khi phân khúc pin Li-ion được ước tính sẽ có mức tăng trưởng nhanh nhất trong giai đoạn dự báo [13].

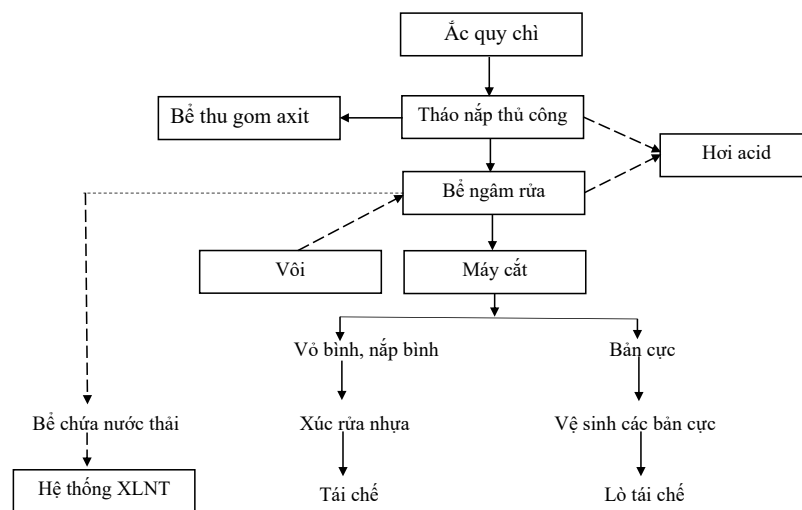
Pin chì-axit vẫn là sản phẩm được tái chế nhiều nhất trên thế giới dù cho pin lithium-ion được tạo ra để cung cấp năng lượng sạch. Hơn 100 triệu pin axit-chì vẫn được bán mỗi năm tại Hoa Kỳ, chủ yếu là pin khởi động cho ô tô [9]. Có khoảng 130 triệu pin chì được tái chế ở Mỹ hàng năm và tỷ lệ tái chế 99 % khiến chúng trở thành sản phẩm tiêu dùng được tái chế nhiều

nhất [8]. Theo báo cáo của UNICEF và tổ chức phi lợi nhuận Pure Earth, nhiễm độc chì là nguyên nhân gây ra 900.000 ca tử vong hàng năm, chiếm 1,5% số ca tử vong toàn cầu. Bất kỳ nồng độ nào của axit sunfuric trong pin axit-chì đều có tính ăn mòn cao. Xử lý hóa chất này không đúng cách có thể dẫn đến mù vĩnh viễn, bỏng nặng, tổn thương cơ quan nội tạng nếu nuốt phải hoặc thậm chí tử vong [11]. Khi pin bị ăn mòn, hóa chất của chúng ngấm vào đất và làm ô nhiễm nước ngầm và nước bề mặt [14]. Nếu hàm lượng chì quá cao có thể ảnh hưởng đến sự phát triển của trẻ, gây tổn thương não, hại thận,

làm suy giảm thính giác và gây ra các vấn đề về hành vi [1].

Trong nước

Làng Đông Mai ở tỉnh Hưng Yên là trung tâm tái chế ắc quy chì từ những năm 1980. Ô nhiễm chì bề mặt đã được thử nghiệm tại 11 ngôi nhà và giá trị trung bình là $95 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ được tìm thấy, cao hơn đáng kể so với tiêu chuẩn EPA của Hoa Kỳ về bụi trên sàn hộ gia đình là $0,043 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ [15]. Các nghiên cứu khác cũng cho thấy mức độ phơi nhiễm chì ở trẻ em, công nhân và trong môi trường sống như trên các bề mặt, trong lòng đất là cao hơn so mức trung bình [3, 16].



Hình 1. Quy trình súc rửa tháo dỡ ắc quy tại làng nghề Đông Mai

Quy trình tái chế ắc quy bắt đầu từ việc thu, gom ắc quy hỏng sau đó các công nhân sẽ tiến hành phá dỡ ắc quy để bắt đầu quá trình tái chế. Ắc quy được đập và phân chia ra thành 4 phần riêng biệt là nhựa phế liệu; bản cực chì phế liệu; dây điện, lá đồng và dung dịch điện phân axit. Sau đó từng phần sẽ được xử lý thủ công và chia thành hai phần một phần là những loại chì để tái sử dụng và phần còn lại là những chất thải để chuyển giao xử lý.

Sự cần thiết tiến hành nghiên cứu

Hiện nay, xu hướng sử dụng các thiết bị, phương tiện chứa ắc quy chì ngày càng tăng. Đặc biệt là nhu cầu sử dụng xe đạp điện, ô tô, xe máy, cũng như các thiết bị chiếu sáng ở vùng sâu vùng xa ngày càng tăng. Nhược điểm ắc quy chì là tuổi

thọ thấp, thời gian sử dụng thường từ 3 - 5 năm. Do vậy, lượng phát thải ắc quy chì hết hạn sử dụng ra môi trường ngày càng lớn. Đây là loại chất thải rắn có độc tính cao cần có biện pháp thu gom và xử lý hiệu quả. Theo thiết kế, một bình ắc quy thông thường chì chiếm 64%; 28% axit H_2SO_4 ; 5% polypropylen; 3% kim loại khác (như antimon). Ở Việt Nam các làng nghề tái chế chì đã đang bị ảnh hưởng bởi sự phát thải chì, đó là sự ô nhiễm chì trong đất, không khí. Con người sống ở đó và các vùng lân cận do tiếp xúc trực tiếp hoặc gián tiếp đã có biểu hiện nhiễm độc chì. Sự nhiễm độc chì đặc biệt nguy hại ở trẻ nhỏ, nhiễm độc chì sẽ ảnh hưởng không chỉ đến sức khỏe mà còn ảnh hưởng đến trí tuệ của trẻ. Chi phí cho việc giải độc chì trong cơ thể con

người và xử lý nguồn đất bị ô nhiễm chì là rất tốn kém và thời gian xử lý thường kéo rất dài.



Hình 2. Phá dỡ ắc quy theo phương pháp thủ công tại Đông Mai

Tuy nhiên tái chế chì là vấn đề đặc biệt có ý nghĩa đối với nền công nghiệp hóa chất ở Việt Nam, vì nếu tận dụng tốt nguồn chì phế thải thì có thể giảm nhập khẩu nguyên liệu, nhờ đó giảm được giá thành sản xuất và giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm môi trường. Hiện nay chúng ta đã có các công nghệ riêng rẽ như chia tách kim loại và nhựa; công nghệ chia tách các kim loại với nhau; công nghệ xử lý nước thải, công nghệ tinh chế bằng phương pháp hóa học. Tuy nhiên có rất ít nghiên cứu về dây chuyền công nghệ để xử lý triệt để một loại thiết bị điện hoặc điện tử. Hơn nữa việc tái chế ắc quy đã qua sử dụng ở Việt Nam chủ yếu thực hiện bằng phương pháp thủ công, nên đã gây ra nhiều hệ lụy về sức khỏe con người và môi trường. Do đó nghiên cứu đánh giá thực trạng an ninh môi trường và đề xuất các giải pháp đảm bảo môi trường làm việc là việc làm rất cần thiết hiện nay.

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu của đề tài là phi thực nghiệm, bao gồm: phương pháp quan sát, phương pháp phỏng vấn, phương pháp điều tra khảo sát.

Phương pháp điều tra khảo sát được thực hiện vào tháng 7 năm 2023 tại làng nghề tái chế chì thôn Đông Mai, xã Chỉ Đạo nhằm khảo sát hiện trạng sản xuất và chất thải rắn, nước thải, khí thải, hiện trạng môi trường, ảnh hưởng của ô

nhiễm môi trường đến người dân và sản xuất nông nghiệp, hiện trạng công tác quản trị an ninh môi trường tại địa phương. Các phiếu khảo sát được thực hiện trong quá trình thực địa đối với một số công nhân trong Công ty TNHH Làng nghề Đông Mai.

Phương pháp tham vấn ý kiến của của lãnh đạo và một số chuyên gia trong Công ty TNHH Làng nghề Đông Mai nhằm nghiên cứu và đề xuất giải pháp đảm bảo an ninh môi trường tại địa phương. Áp dụng phương pháp nghiên cứu định tính để phân tích so sánh, mô tả các dấu hiệu gây mất an ninh môi trường. Trên cơ sở các dữ liệu thông tin thu được, tác giả sẽ tiến hành phân loại sắp xếp các dữ liệu theo chủ đề có liên hệ hữu cơ với nhau; bằng cách tham khảo tài liệu trực tiếp từ các đơn vị cũng như các tài liệu/số liệu thứ cấp có liên quan tới nội dung nghiên cứu.

3. Đánh giá an ninh môi trường áp dụng phương pháp tiếp cận hệ thống và liên ngành

3.1. Xây dựng phiếu khảo sát và thu thập dữ liệu

Phiếu khảo sát được xây dựng dựa vào các thông số liên quan đến an ninh môi trường phục vụ cho nghiên cứu của đề tài thông qua phương trình quản trị an ninh phi truyền thống 3S - 3C. Các câu hỏi được xây dựng dựa vào các yếu tố như an toàn, ổn định, phát triển bền vững, chi phí quản trị rủi ro, chi phí mất do khủng hoảng, chi phí khắc phục khủng hoảng. Các khách thể tham gia nghiên cứu sẽ trả lời bằng hình thức trực tiếp tại làng nghề Đông Mai. Dữ liệu sau khi đã thu thập, được tổng hợp theo từng nội dung trong câu hỏi của phiếu khảo sát.

3.2. Phân tích đánh giá an ninh môi trường

Áp dụng phương pháp tiếp cận hệ thống và liên ngành, để đánh giá trạng thái an ninh môi trường từ hoạt động tái chế ắc quy thải tại làng Đông Mai, xã Chỉ Đạo, huyện Văn Lâm, tỉnh Hưng Yên.

Theo phương trình an ninh phi truyền thống được áp dụng để đánh giá an ninh môi trường do tác giả Hoàng Đình Phi và nhóm nghiên cứu đề xuất [6].

Ta có: $S = (S1 + S2 + S3) - (C1 + C2 + C3)$

Trong đó các hợp phần của phương trình quản trị an ninh môi trường bao gồm các thông số sau: S là mức độ an ninh môi trường (Environmental security of a Subject); S1 là an toàn môi trường (Safety), được đánh giá theo các tiêu chí về tỷ lệ chất thải rắn, nước thải, khí thải được thu gom xử lý; S2 là ổn định môi trường (Stability), được đánh giá theo các tiêu chí về mức độ ổn định của dịch vụ xử lý nước thải, khí thải và chất thải rắn; S3 là phát triển bền vững (Sustainability), được đánh giá theo các tiêu chí về mức độ an toàn của

công nghệ tái chế chì với môi trường; C1 là chi phí quản trị rủi ro (Cost & Result of Risk Management), bao gồm chi phí quản lý, chi phí quan trắc chất lượng môi trường, chi phí xử lý môi trường; C2 là chi phí mất do khủng hoảng (Cost & Result of Crisis Management), bao gồm chi phí mất do ô nhiễm môi trường như sức khỏe người dân, hoạt động sản xuất, mất đất canh tác, giảm năng suất; C3 là chi phí khắc phục khủng hoảng (Cost & Result of Crisis Recovery Management), bao gồm chi phí khắc phục ô nhiễm.

Bảng 1. Kết quả đánh giá định lượng an ninh môi trường

Các thông số về an toàn	Điểm (1-5)	Giải thích cho điểm số lựa chọn
S1	3,3	Tỷ lệ khí thải được thu gom xử lý kém
S2	3,3	Mức độ ổn định của dịch vụ xử lý khí thải kém
S3	2	Dưới 50 % áp dụng công nghệ sản xuất thân thiện với môi trường
Trung bình	2,86	

Các thông số về chi phí	Điểm (1-5)	Giải thích cho điểm số lựa chọn
C1	2	Có đầu tư cho hệ thống quản trị môi trường và hiệu quả quản trị rủi ro bình thường
C2	3	Chi phí TRUNG BÌNH do đầu tư và hiệu quả quản trị rủi ro ở mức trung bình, khủng hoảng ở mức trung bình
C3	3	Chi phí TRUNG BÌNH do hiệu quả quản trị khủng hoảng ở mức trung bình
Trung bình	2,66	

Bảng 2. Thang điểm chung

Thang điểm	S1, S2, S3	C1, C2, C3
0	Thảm họa	Không mất chi phí
1	Rất thấp	Rất thấp
2	Thấp	Thấp
3	Trung bình	Trung bình
4	Khá	Khá cao
5	Rất tốt	Rất cao

Thang điểm	$S = (S1 + S2 + S3) - (C1 + C2 + C3)$
≤ 0	Thảm họa [(-5) - (-3) đến tối tệ [(-3) - 0]
1	Rất thấp
2	Thấp
3	Trung bình
4	Khá
5	Rất tốt

Dựa vào kết quả khảo sát và quá trình khảo sát thực địa, có thể kết luận rằng khu vực sản xuất, tái chế ắc quy thải có chứa thành phần độc hại như kim loại nặng: Pb, Zn, Cu... Đặc biệt, hệ

thống xử lý khí thải tại làng nghề Đông Mai còn đơn giản, chưa đáp ứng được yêu cầu về khí thải trước khi đưa ra môi trường. Quản trị an ninh môi trường tại làng nghề tái chế ắc quy thải tại

thôn Đông Mai, Hưng Yên được đánh giá ở mức rất thấp (0,2).

4. Kết luận và kiến nghị

Quá trình tái chế ắc quy thải tại làng nghề Đông Mai đã tạo ra các chất thải rắn, nước thải, khí thải làm ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên nước thải và chất thải rắn cơ bản được xử lý, riêng công tác xử lý khí thải còn nhiều hạn chế. Ngoài ra chi phí đầu tư cho quản trị môi trường cũng còn hạn chế. Do đó đánh giá chung về mức quản trị an ninh môi trường tại thôn Đông Mai ở mức rất thấp. Kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ sở quan trọng để các cơ quan quản lý Nhà nước biết được mức độ ô nhiễm môi trường tại làng nghề tái chế ắc quy thải Đông Mai. Để có những chính sách hỗ trợ doanh nghiệp và người dân trên địa bàn từ đó đảm bảo sức khỏe của người lao động và tránh ô nhiễm trong quá trình tái chế ắc quy. Đề xuất quy trình công nghệ mới nhằm đảm bảo an ninh môi trường khu vực nghiên cứu là một trong những ưu tiên cấp bách nhất là trong lĩnh vực xử lý khí thải bởi vì, hiện tại các nhà máy tái chế ắc quy thải ở thôn Đông Mai đang sử dụng các hệ thống xử lý khí thải thông thường như lò đốt, bộ lọc, hệ thống khử trùng hoặc xử lý khí thải bằng hóa chất. Tuy nhiên, các hệ thống này thường không hiệu quả, tốn kém và đôi khi còn tăng thêm nồng độ khí thải. Để giải quyết vấn đề trên ta có thể áp dụng công nghệ xử lý khí thải tiên tiến đang được phát triển để giúp giảm thiểu khí thải của các nhà máy như: công nghệ khử xúc tác chọn lọc (SCR) được ứng dụng để khử NO_x, công nghệ xử lý SO₂ bằng kết hợp vật liệu chống ăn mòn và xử lý khí thải bằng chất hấp phụ. Những số liệu sử dụng để đánh giá dựa trên các kết quả thu thập còn hạn chế và đánh giá dựa vào nhận định của nhóm tác giả. Do đó, để đánh giá định lượng chính xác thì cần có những nghiên cứu sâu hơn.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Quản trị và Kinh doanh, Đại học Quốc gia Hà Nội trong đề tài mã số KH-CN-HSB-01/2023.

Tài liệu tham khảo

- [1] Battery University Group (BUG). (2021). *BU-703: Health Concerns with Batteries*.
- [2] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2006). *Thông tư số 116/2006/TT-BNN về Hướng dẫn thực hiện một số nội dung của Nghị định số 66/2006/NĐ-CP ngày 07/7/2006 của Chính phủ về phát triển ngành nghề nông thôn*.
- [3] Daniell WE, Van Tung L, Wallace RM, Havens DJ, Karr CJ, Bich Diep N, Croteau GA, Beaudet NJ, Duy Bao N. (2015). "Childhood Lead Exposure from Battery Recycling in Vietnam". *Biomed Res Int*. 2015:193715. doi: 10.1155/2015/193715. Epub 2015 Oct 26. PMID: 26587532; PMCID: PMC4637436.
- [4] Facts and Factors. (2023). "Global Lead Acid Battery Market Size, Share, Growth Analysis". *Forecast Report 2022-2030*.
- [5] Grand View Research. (2023). "Lead Acid Battery Market Size, Share & Trends Analysis". *Report by Product (SLI, Stationary, Motive), By Construction Method (Flooded, VRLA), By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2023 - 2030*.
- [6] Hoang Dinh Phi, Nguyen Van Huong, Hoang Anh Tuan, Nguyen Xuan Huynh. (2019). "Management of Nontraditional Security: A New Approach". *International Journal of Engineering, Applied and Management Sciences Paradigms (IJEAM)*. Volume 54 Issue 1.
- [7] Ian Tiseo. (2023). "Battery recycling capacity worldwide as of June 2021 by country". *Statista*.
- [8] International Lead Association. (2022). *Lead batteries: the most recycled consumer product in the US*.
- [9] James Morton Turner. (2022). "Recycling Lead-Acid Batteries Is Easy. Why Are Recycling Lithium-Ion Batteries Hard?". *Clean Technica*.
- [10] Quốc Hội. (2014). *Luật Bảo vệ môi trường số 55/2014/QH13*.
- [11] Lucy Bell-Young. (2020). "BU-703: Health Concerns with Batteries". *Battery University Group*.
- [12] Nguyễn Hoà, Nguyễn Ngọc Sinh. (2017). "An ninh môi trường". *Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật*, tr26.
- [13] Research Dive. (2023). "Battery Recycling Market Report". *RA00011*.
- [14] Secure Enterprise Asset Management. (2023). *The Environmental Impact of Improper Battery*.
- [15] US EPA. (2001). "Lead; identification of dangerous levels of lead". *Final Rule. Federal Register*. 2001; 66(4):1205-1240
- [16] World Health Organization. (2017). "Recycling used lead-acid batteries". *Health considerations*. ISBN 978-92-4-151285-5.