



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN

EMNR 2026





Nghiên cứu thu hồi nguyên tố đất hiếm từ màn hình máy tính xách tay

Nguyễn Thị Hồng ^{a*}, Đào Trung Thành ^a, Nguyễn Thị Anh Thư ^a

^aKhoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam,

* Tác giả liên hệ

Họ và tên: Nguyễn Thị Hồng

Điện thoại: 0974643031

E-mail: nguyenthihong@humg.edu.vn

Tóm tắt

Các nguyên tố đất hiếm (REEs – Rare Earth Elements) đóng vai trò ngày càng quan trọng trong nhiều ngành công nghiệp công nghệ cao hiện đại, bao gồm điện tử, năng lượng tái tạo, quốc phòng và chế tạo vật liệu từ tính hiệu suất cao. Trước sự suy giảm nguồn tài nguyên tự nhiên và áp lực môi trường từ hoạt động khai thác, việc thu hồi REEs từ chất thải điện tử, như màn hình laptop thải, trở thành hướng tiếp cận bền vững và giàu tiềm năng. Nội dung nghiên cứu của bài báo tập trung vào việc chiết tách Europium (Eu) từ lớp phosphor của lớp đèn nền (Back Light Unit – BLU) màn hình LCD thải bằng phương pháp chiết lỏng – lỏng. Quy trình chiết sử dụng dung môi hữu cơ D2EHPA có điều chỉnh pH trong khoảng 3,8–4,0, giúp hiệu suất đạt tới 97%. Phương pháp chiết với dung môi D2EHPA là đơn giản, hiệu quả, ít phát sinh chất thải và có khả năng ứng dụng vào thực tiễn trong mô hình tái chế quy mô nhỏ. Nghiên cứu đóng góp một hướng tiếp cận khả thi trong việc thu hồi nguyên tố đất hiếm từ chất thải điện tử, góp phần bảo vệ tài nguyên và giảm thiểu tác động môi trường.

Từ khóa: REEs, Europium, Chất thải điện tử

1. Đặt vấn đề

Trong những thập kỷ gần đây, nguyên tố đất hiếm (Rare Earth Elements - REEs) đã và đang đóng vai trò then chốt trong nhiều

lĩnh vực công nghệ cao như: điện tử tiêu dùng, năng lượng tái tạo, công nghiệp quốc phòng và vật liệu mới. Trong đó, Neodymium (Nd), Dysprosium (Dy), Europium (Eu),... là những nguyên tố thiết yếu để



sản xuất linh kiện máy tính xách tay và các thành phần điện tử khác. Tuy nhiên, tài nguyên REEs trong tự nhiên rất hạn chế, khai thác tự nhiên tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm và tác động đến môi trường.

Trong bối cảnh đó, việc thu hồi REEs từ rác thải điện tử, đặc biệt là các linh kiện trong máy tính xách tay cũ, hứa trở thành hướng nghiên cứu đầy tiềm năng. Một máy tính xách tay bị loại bỏ chứa một lượng lớn REEs, chủ yếu trong pin, ổ đĩa cứng và màn hình, với trung bình khoảng ~650 mg REEs (Mir and Dhawan, 2021). Việc thu hồi kim loại có giá trị từ rác thải điện tử không chỉ giảm thiểu chất thải mà còn mang lại lợi ích kinh tế thông qua việc tái sử dụng các vật liệu có giá trị cao (David, 2022). Tuy nhiên, việc chiết tách chọn lọc REEs từ hỗn hợp rác thải điện tử để đạt được độ tinh khiết cao, tốn ít chi phí, dễ triển khai và bền vững với môi trường vẫn là thách thức lớn.

Các kỹ thuật thu hồi REEs đã được nghiên cứu như ngâm chiết và kết tủa chọn lọc đã cho thấy hiệu quả thu hồi lên đến 99,4% từ nam châm NdFeB có trong ổ đĩa cứng (Pham Khanh Huy, 2018). Một nghiên cứu khác đã thu hồi Eu và Y từ các linh kiện thải bằng cách xử lý sơ bộ, nghiền mịn và ngâm chiết bằng dung dịch HNO_3 hoặc H_2SO_4 , sau đó thông qua quá trình chiết

xuất bằng dung môi D2EHPA pha loãng trong diesel đạt tỷ lệ thu hồi 95% dưới dạng oxit hoặc phosphat có giá trị thương mại cao (Torre và cộng sự, 2018). Phương pháp xử lý bằng vi sóng cũng đã được sử dụng để tăng tỷ lệ thu hồi lên đến 56% oxit Nd và Dy với độ tinh khiết cao (Tanvar và cộng sự, 2019). Các kỹ thuật hấp phụ sử dụng chất hấp phụ chọn lọc đã và đang được phát triển, cung cấp một giải pháp thay thế tiết kiệm chi phí và thân thiện với môi trường so với các phương pháp truyền thống (Jamilah và cộng sự, 2024).

Mặc dù thu hồi REEs từ rác thải điện tử có nhiều tiềm năng, nhưng nó cũng gây ra những lo ngại về môi trường. Việc xử lý rác thải điện tử không đúng cách có thể dẫn đến ô nhiễm và mất các vật liệu có giá trị. Do đó, các hoạt động tái chế bền vững là điều cần thiết để giảm thiểu những rủi ro này và đảm bảo thu hồi hiệu quả REEs.

Bài báo tập trung nghiên cứu quy trình chiết tách Europium (Eu) từ lớp phủ phosphor trong mô-đun đèn nền (Back Light Unit - BLU) của màn hình máy tính xách tay thải, sử dụng phương pháp hóa lọc kết hợp chiết dung môi D2EHPA có điều chỉnh pH. Dung môi D2EHPA đã được chứng minh là có hiệu quả chiết xuất REEs từ nhiều nguồn rác thải điện tử khác nhau, các phương pháp thay thế như dung môi



eutectic sâu cũng đang được khám phá vì hiệu quả tiềm năng và lợi ích về môi trường của chúng. Điều này làm nổi bật hoạt động nghiên cứu và phát triển đang diễn ra trong lĩnh vực công nghệ tái chế bền vững.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Chuẩn bị vật liệu đầu vào chứa Europium (Eu) từ lớp phosphor đất hiếm trong mô-đun đèn nền (Back Light Unit – BLU) của màn hình máy tính xách tay thải. Trong thời gian nghiên cứu nhóm đã thu gom hơn 135 chiếc màn hình 14 đến 15,6 inch từ các cửa hàng sửa chữa máy tính trên địa bàn quận Bắc Từ Liêm.

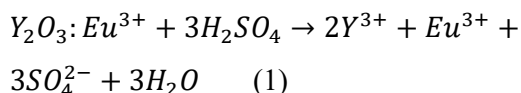
Sau khi phân loại, nhóm tiến hành tháo thủ công tách bộ BLU, tách chip LED, lớp dẫn sáng đỏ. Xử lý sơ bộ vật liệu bằng rửa, lọc và sấy khô mẫu ở 105°C trong 12 giờ. Nghiền mịn bằng cối sứ để đạt kích thước <75 µm, thu 100gam bột phosphor đất hiếm thô (Pateli và cộng sự, 2020) đựng trong lọ thủy tinh kín, để nơi khô ráo, tránh ánh sáng.

Quá trình này tuân thủ nội quy phòng thí nghiệm, bảo hộ lao động và dụng cụ chuyên dụng. Chất thải phát sinh được thu gom xử lý theo quy định.

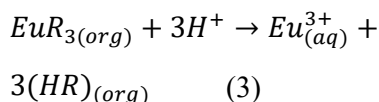
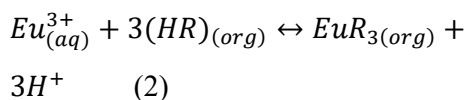
2.2. Phương pháp chiết lỏng – lỏng bằng dung môi D2EHPA

Mẫu vật liệu được xử lý bằng axit sunfuric

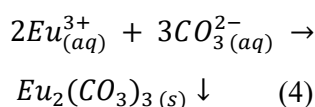
(H₂SO₄ 1,5 M) để phân hủy cấu trúc nền và chuyển các nguyên tố đất hiếm sang pha lỏng dưới dạng ion. Mỗi lần thực hiện với 10 gam vật liệu với 100 ml dung dịch H₂SO₄, sử dụng bếp gia nhiệt có khuấy từ, khuấy liên tục trong 60 phút ở nhiệt độ 70°C. Sau thời gian hòa tách, để nguội dung dịch đến nhiệt độ phòng, lọc dung dịch bằng giấy lọc Whatman 40 và điều chỉnh pH về khoảng 3,8–4,0 bằng NaOH 0,1 M làm dung dịch đầu vào cho quá trình chiết lỏng – lỏng.



Pha dung môi D2EHPA vào kerosene với tỷ lệ 20%, lấy 50 ml dung môi và 50 ml dung dịch Eu³⁺ cho vào bình lắc mạnh trong 20 phút, để yên 10 phút cho hai pha phân lớp rõ. Sau đó, tách pha nước và pha hữu cơ.



Dùng axit clohydric (HCl 1M) để giải hấp Eu³⁺ về lại dung dịch nước để tiếp tục tạo kết tủa cacbonat.



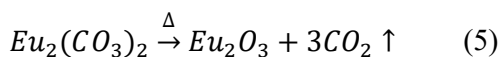
Thu được tiền chất rắn không tan màu



trắng hồng nhạt, sau đó đem nung ở các nhiệt độ 700, 800 và 900°C để đánh giá hiệu quả chiết tách Eu_2O_3 .

2.3. Phương pháp nung tạo oxit Eu_2O_3

Cho kết tủa $\text{Eu}_2(\text{CO}_3)_3$ đã sấy vào chén sứ nung, sau đó đặt chén sứ vào giữa lò nung điện trở, cài đặt nhiệt độ ở 3 trường hợp nêu trên, giữ nhiệt trong 3 giờ. Sau khi nung xong, để nguội từ từ trong lò.



Thu hồi oxit Europium rắn màu trắng hồng, nghiền nhẹ và bảo quản trong lọ thủy tinh sạch, có thể dùng trong ngành vật liệu quang học, điện tử và nghiên cứu khoa học.

2.4 Phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử (AAS)

Phân tích độ tinh khiết của Eu^{3+} dựa vào sự hấp thụ ánh sáng đơn sắc ở bước sóng chọn lọc thường dùng là 459 nm.

Phương trình hồi quy tuyến tính:

$$A = 0,107 \times C + 0,004 \quad (6)$$

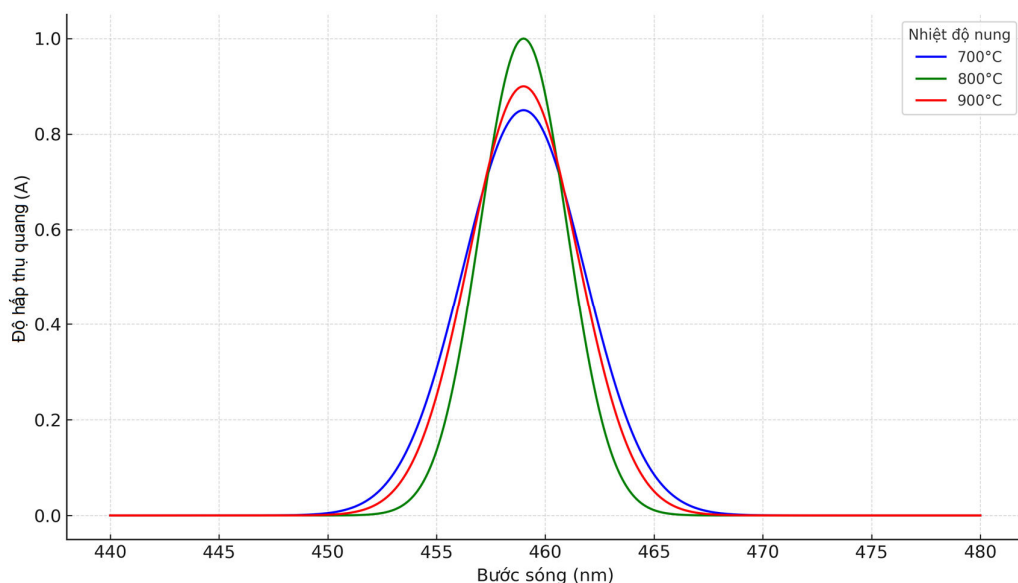
3. Kết quả và thảo luận

Sau quá trình chiết cho thấy, sử dụng dung môi D2EHPA (có điều chỉnh pH) 20% pha trong kerosene và tỷ lệ hữu cơ/nước 1:1, nhóm đã thu hồi Eu_2O_3 đạt hiệu suất chiết từ 90-97%. Điều này phù hợp với các nghiên cứu trước (Xie và cộng sự, 2023; Liu và cộng sự, 2024), khẳng định D2EHPA có ái lực chọn lọc cao với Eu^{3+}

trong môi trường axit yếu, đặc biệt khi pH được kiểm soát chính xác.

Phản ứng kết tủa Eu^{3+} bằng Na_2CO_3 cho phép thu hồi Eu ở dạng tiền chất ổn định trước khi nung. Sau bước giải hấp, dung dịch chứa Eu^{3+} được đưa về pH 6,5 và cho phản ứng với Na_2CO_3 0,5 M để tạo kết tủa $\text{Eu}_2(\text{CO}_3)_3$. Phản ứng diễn ra thuận lợi trong điều kiện khuấy liên tục ở nhiệt độ phòng. Việc tạo kết tủa cacbonat thay vì hydroxide giúp tránh đồng kết tủa tạp chất như $\text{Fe}(\text{OH})_3$ và đảm bảo tạo thành pha tinh khiết hơn sau nung. Kết tủa khô sau đó được sấy ở 105°C trong 12 giờ, đảm bảo độ ẩm thấp trước khi nung.

Quá trình nung cacbonat diễn ra trong các điều kiện nhiệt độ khác nhau để đánh giá hiệu quả chiết. Sản phẩm thu được là bột màu trắng hồng nhạt, có cấu trúc tinh thể bền. Xây dựng đường chuẩn và phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) cho thấy hàm lượng Eu^{3+} trong mẫu nung đạt giá trị tương ứng với độ tinh khiết của Eu_2O_3 từ 90–97%, tùy theo nhiệt độ nung. Mẫu nung ở 800°C cho kết quả tốt nhất, vượt trội so với các mẫu nung ở 700°C (phân hủy chưa hoàn toàn) và 900°C (nguy cơ tái kết tinh không đồng đều) (Hình 1). Đây là phương pháp định lượng đáng tin cậy để xác nhận hiệu quả quy trình thu hồi.



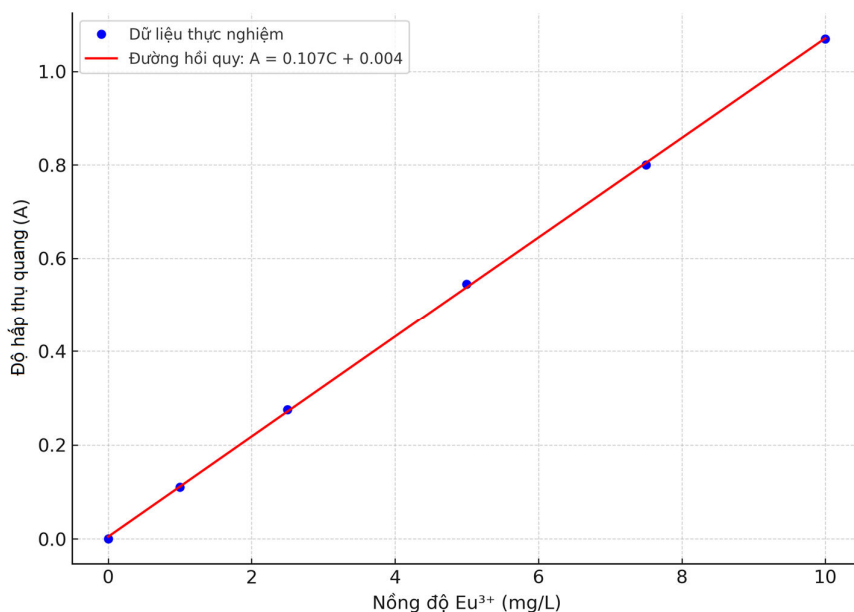
Hình 1. Phổ AAS của Eu^{3+} trong các trường hợp nung ở nhiệt độ khác nhau

Sử dụng thiết bị AAS để xác định chính xác nồng độ ion Eu^{3+} trong mẫu dung dịch hòa tan từ Eu_2O_3 . Nhờ xây dựng đường chuẩn từ dung dịch $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ chuẩn (Hình 2), nhóm nghiên cứu xác định được hiệu suất thu hồi và độ tinh khiết sản phẩm với độ tin cậy cao ($R^2 > 0,996$). Dữ liệu này không chỉ khẳng định tính hiệu quả của quy trình, mà còn là cơ sở so sánh giữa các điều kiện nung và kiểm tra chất lượng vật liệu đầu ra. Các bước trong quy trình sử dụng hóa chất phổ biến, thiết bị đơn giản (lò nung, bình chiết, pH meter), đồng thời không phát sinh chất thải nguy hại khó xử lý. Điều này chứng minh khả năng triển khai quy trình ở quy mô tái chế nhỏ đến vừa, đồng thời mở ra hướng đi khả thi cho

việc thu hồi đất hiếm từ rác thải điện tử theo hướng kinh tế tuần hoàn.

Một điểm đáng chú ý trong nghiên cứu là quy trình được xây dựng theo hướng đơn giản, dễ áp dụng, ít tốn năng lượng và sử dụng dung môi có thể tái sử dụng. Điều này mở ra khả năng phát triển mô hình thu hồi REEs từ chất thải điện tử quy mô nhỏ, phù hợp với điều kiện kỹ thuật và tài chính của các phòng thí nghiệm trong nước hoặc các cơ sở tái chế không yêu cầu công nghệ quá cao. Ngoài ra, quá trình không tạo ra lượng lớn bùn thải hay khí độc hại, góp phần đảm bảo tính thân thiện với môi trường.

Bên cạnh những kết quả tích cực, bài báo cũng chỉ ra một số yếu tố cần được tối ưu hơn trong nghiên cứu tiếp theo, chẳng hạn



Hình 2. Đường chuẩn AAS xác định Eu^{3+}

như nâng cao độ chọn lọc của dung môi đối với từng loại REEs riêng biệt, giảm thiểu sự đồng chiết của các ion tạp (Fe^{3+} , Al^{3+}), cũng như tìm kiếm các chất chiết có độ phân hủy sinh học tốt hơn so với D2EHPA.

Kết luận

Nghiên cứu đã chứng minh được tính khả thi trong việc thu hồi các nguyên tố đất hiếm từ lớp phosphor của màn hình máy tính xách tay thải bằng phương pháp chiết lỏng – lỏng sử dụng dung môi D2EHPA. Với hiệu suất chiết đạt tới 97% trong điều kiện pH được kiểm soát hợp lý, phương pháp này được đánh giá là đơn giản, hiệu quả và có tiềm năng ứng dụng thực tế. Trong bối cảnh tài nguyên REEs ngày càng cạn kiệt và áp lực tái chế chất thải điện tử

ngày càng gia tăng, hướng nghiên cứu này không chỉ góp phần cung cấp nguồn vật liệu thứ cấp quan trọng mà còn mang lại giải pháp bền vững về môi trường và kinh tế cho ngành công nghiệp tái chế.

Tài liệu tham khảo

1. David J. Fisher (2022). Recycling of Rare Earths. Materials Research Foundations, 119, 130.
2. De la Torre E., Vargas E., Ron C., and Gámez S. (2018). Europium, Yttrium, and Indium Recovery from Electronic Wastes. Metals, 8(10), 777.
3. Jamilah N., Cahaya A.B., & Riswoko A. (2024). Adsorption using Selective Adsorbents as An Effective Method for Rare Earth Elements Recovery—a



- Review. Reaktor, 23(3), 77-91.
4. Liu C., Luo W., Li Y., Wang Z., Xu S., and Wang X., (2024). Extraction of rare earth Eu from waste blue phosphor strengthened by microwave alkali roasting. *Journal of Environmental Management*, 362, 121303.
 5. Mir S., and Dhawan N., (2021). Characterization and Evaluation of Recycling Potential for Discarded Laptops. *Mining, Metallurgy & Exploration* 38(5), 2117–2131.
 6. Pateli I. M., Abbott A. P., Binnemans K., and Rodríguez Rodríguez N., (2020). Recovery of yttrium and europium from spent fluorescent lamps using pure levulinic acid and the deep eutectic solvent levulinic acid–choline chloride. *Royal Society of Chemistry*, 10(48), 28879–28890.
 7. Pham Khanh Huy, (2018). Recovering rare earth oxide from NdFeB magnet of waste HDDs by leaching and selective precipitation methods. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 55, 257.
 8. Tanvar H., Kumar S. K. S., and Dhawan N., (2019). Microwave Exposure of Discarded Hard Disc Drive Magnets for Recovery of Rare Earth Values. *JOM*, 71(7), 2345–2352.
 9. Xie B., Liu C., Wei B., Wang R., and Ren R., (2023). Recovery of rare earth elements from waste phosphors via alkali fusion roasting and controlled potential reduction leaching. *Waste Management*, 163, 43-51.

Ngày nộp: 13/8/2025

Ngày chấp nhận đăng: 22/12/2025



**FACULTY OF ENVIRONMENT
HANOI UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY
HANOI, VIETNAM**



ISBN: 978-604-76-3296-1



SÁCH KHÔNG BÁN