

THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Trần Thị Hương
2. Giới tính: Nữ
3. Ngày sinh: 01/01/1979
4. Nơi sinh: Ninh Bình
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh: Quyết định số: 3358/QĐ-DHHKHTN ngày 28/10/2019 của Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (được điều chỉnh thời gian đào tạo đến 28/10/2025 theo Quyết định số 151/QĐ-ĐHKHTN ngày 17/01/2023, số 4828/QĐ-ĐHKHTN ngày 31/12/2024 của Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội).
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo (nếu có):
7. Tên đề tài luận án: Nghiên cứu khả năng thu hồi tài nguyên từ một số bùn thải mạ giàu kim loại.
8. Chuyên ngành: Khoa học Môi trường
9. Mã số: 9440301.01
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học:
 - PGS.TS Đặng Văn Thành - Cơ quan công tác của cán bộ hướng dẫn: Trường Đại học Y Dược, Đại học Thái Nguyên.
 - PGS. TS Phạm Thị Thúy - Cơ quan công tác của cán bộ hướng dẫn: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
11. Tóm tắt các kết quả mới của luận án:

Bùn thải mạ phát sinh từ các công đoạn trong quy trình mạ và bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải mạ thường có chứa một số kim loại nặng có giá trị. Hiện nay, bùn thải mạ ở nước ta chủ yếu được xử lý như chất thải nguy hại bằng một số biện pháp như chôn lấp, thiêu hủy, ổn định hóa rắn,... Các biện pháp này không những không thu hồi được giá trị tài nguyên từ bùn thải mạ mà còn tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường, an toàn và sức khỏe con người, hệ sinh thái. Mục tiêu của luận án là nghiên cứu đặc điểm bùn thải tại một số cơ sở sản xuất có hoạt động mạ trên địa bàn cả nước nhằm góp phần cung cấp thông tin khoa học về đặc điểm bùn thải mạ ở Việt Nam; đồng thời nghiên cứu khả năng tái chế, thu hồi tài nguyên từ chất thải này thông qua việc thu hồi kim loại có

giá trị và chế tạo thành vật liệu hấp phụ, xúc tác quang ứng dụng xử lý một số chất ô nhiễm trong nước thải giả định và thực tế.

Kết quả nghiên cứu một số mẫu bùn thải tại các cơ sở sản xuất công nghiệp có hoạt động mạ tại Việt Nam chứa tỷ lệ lớn các kim loại có giá trị như Cu, Ni, Cr,... Đây là nguồn tài nguyên hiện hữu, có giá trị thu hồi lớn. Thành phần và tỷ lệ xuất hiện các kim loại trong các mẫu bùn thải mạ không đồng nhất, có sự chênh lệch giữa các mẫu chủ yếu do sự khác biệt về công nghệ mạ của các cơ sở sản xuất. Kết quả phân tích thành phần bùn thải mạ chứa nhiều kim loại có giá trị. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu về thành phần bùn thải mạ ở trong và ngoài nước đã được công bố.

Nghiên cứu đã xây dựng quy trình thu hồi hiệu quả đồng trong bùn thải mạ, trong đó điều kiện hòa tách phù hợp đối với bùn thải mạ đó là: sử dụng dung dịch H_2SO_4 với nồng độ 0,22 M với tỷ lệ axit/bùn = 6/1 - 12/1, thời gian hòa tách 6 giờ, độ dư axit trong quá trình hòa tách đảm bảo 0,5 % để pH đạt khoảng $3,0 \pm 0,3$; sử dụng dung dịch Na_2CO_3 và điều chỉnh pH đến điều kiện phù hợp (kết tủa muối cacbonat đồng ở pH ≈ 7) đã mang lại hiệu quả cao trong việc loại bỏ các tạp chất và thu hồi đồng từ bùn thải mạ.

Nghiên cứu thu hồi giá trị tài nguyên tiềm tàng từ bùn thải mạ bằng các giải pháp chế vật liệu xử lý môi trường từ bùn thải mạ, cụ thể là:

Nghiên cứu việc kết hợp than trấu với bùn thải mạ thành vật liệu hấp phụ xử lý nước thải. Vật liệu được chế tạo có cấu trúc xốp và diện tích bề mặt riêng lớn ($175,22 \text{ m}^2/\text{g}$), chứa các nhóm Cu-O, Ni-O của bùn thải mạ và Si-O của than trấu, các yếu tố đóng vai trò quan trọng trong việc hấp phụ MB và CIP. Khả năng xử lý Ciprofloxacin (CIP) và Methylene Blue (MB) đạt cao nhất (99,89% và 74,96%) tại pH = 8, nồng độ đầu 2,5 ppm, thời gian 90 phút và khối lượng vật liệu CR2.1 là 0,05 g và vật liệu cũng có khả năng hấp phụ CIP và MB trong mẫu thải thực. Với khả năng hấp phụ cao, bùn thải mạ có thể được sử dụng để xử lý môi trường và mở ra một cách tiếp cận mới để tái chế chất ô nhiễm thành chất hấp phụ thân thiện với môi trường.

Nghiên cứu đề xuất 01 quy trình chế tạo bùn thải mạ thành chất xúc tác xử lý CIP và MB bằng cách kết hợp giữa rung siêu âm trong 2 giờ và xử lý nhiệt. Chất xúc tác thu được sau khi xử lý, nung ở nhiệt độ $350 \text{ }^\circ\text{C}$ (UB35) cho hiệu suất phân hủy CIP khoảng 93,87 % dưới ánh sáng UVA trong thời gian 180 phút, pH = 9, $C_0 = 10 \text{ mg/L}$, liều lượng chất xúc tác là 1,0 g/L; UB35 có độ ổn định tốt, có khả năng tái sử dụng lên đến 4 lần; các gốc hydroxyl ($\bullet\text{OH}$) trong chất xúc tác đóng vai trò then chốt để phân hủy CIP. Đối với MB, chất xúc tác thu được từ bùn thải sau khi xử lý, nung ở $500 \text{ }^\circ\text{C}$ (UB50) cho thấy hiệu suất phân hủy MB

cao nhất khoảng 98 % dưới ánh sáng Xenon trong thời gian 120 phút với $\text{pH} = 9$, $C_0 = 20$ mg/L, liều lượng chất xúc tác là 1,0 g/L. Ứng dụng thực tiễn đã được chứng minh với mẫu nước thải thực, kết quả mở ra giải pháp tiềm năng, khả thi cho xử lý nước thải chứa kháng sinh, phẩm màu.

Đóng góp mới của luận án: Nghiên cứu đã tìm ra quy trình thích hợp để thu hồi muối đồng sunfat từ bùn thải mạ hiệu quả; tái sử dụng được bùn thải mạ thành vật liệu hấp phụ, xúc tác quang cho quá trình xử lý CIP, MB trong nước và đề xuất được cơ chế quá trình phân hủy kháng sinh CIP trong nước bằng phản ứng quang xúc tác sử dụng ánh sáng đèn tử ngoại UVA.

12. Các hướng nghiên cứu tiếp theo

Nghiên cứu các điều kiện ứng dụng thực nghiệm tái sử dụng bùn thải làm vật liệu xử lý nước thải gồm: mở rộng ứng dụng nhiều hơn các mẫu bùn thải từ các loại hình mạ khác nhau; nghiên cứu, làm rõ thông tin định lượng về thành phần có tác dụng làm xúc tác quang trong chất bùn thải mạ sau khi đã được chế tạo thành vật liệu; mở rộng nghiên cứu ứng dụng xử lý với các mẫu nước thải thực có chứa kháng sinh và thuốc nhuộm.

Nghiên cứu ứng dụng mô hình công nghệ để thu hồi các kim loại trong bùn thải mạ và tái sử dụng bùn thải mạ sau thu hồi kim loại, trong đó cần tiếp tục bổ sung các nghiên cứu về chất thải thứ cấp phát sinh trong quá trình thu hồi kim loại trong bùn thải mạ và trong quá trình sử dụng vật liệu tái chế từ bùn thải mạ để xử lý nước thải trước khi triển khai ở quy mô công nghiệp để đảm bảo đem lại hiệu quả về kinh tế, môi trường.

13. Các công trình công bố liên quan đến luận án:

(1) T. T. Huong, T. Q. Minh, L. T. Vinh, P. T. Thuy, L. V. Trong and N. M. Khai (2021), "Removal of Cu (II) by calcinated electroplating sludge", *Heliyon* Vol. 7 (5), e07092.

(2) Tran Thi Huong, Nguyen Thi Mai, Nguyen Nhat Huy, Dang Van Thanh, Nguyen Thanh Hai, Do Danh Bich, Nguyen Thi Thuy, Nguyen Manh Khai (2024), "An effective and novel photocatalyst derived from the electroplating sludge for removing xanh metylen in aqueous solutions", *International Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 22, pp. 6535-6544.

(3) D. V. Hien, H. M. Trang, N. T. Mai, D. V. Thanh, N. M. Dung, T. T. Huong, N. M. Khai, T. T. M. Hang (2024), "Recycling electroplating sludge as an efficient

photocatalyst for degradation of ciprofloxacin in aqueous solution”, *Journal of the Air & Waste Management Association* Vol. 75 (3), pp. 252-265.

(4) Đào Văn Hiền, Trần Thị Hương, Nguyễn Thị Mai, Nguyễn Thị Ánh Tuyết, Đặng Văn Thành, Phạm Văn Hào, Trần Thị Minh Hằng, Nguyễn Mạnh Khải (2023), “Vật liệu hấp phụ từ bùn thải mạ điện - than trấu ứng dụng xử lý xanh methylene và ciprofloxacin trong nước”, *Tạp chí xúc tác và hấp phụ Việt Nam*, Số 12 - tập 4, trang 76-84.

(5) Sáng chế: Quy trình sản xuất chất xúc tác quang phân huỷ ciprofloxacin trong dung dịch nước từ bùn thải mạ điện và chất xúc tác quang phân huỷ ciprofloxacin trong dung dịch nước thu được từ quy trình này; đã được Cục Sở hữu trí tuệ - Bộ Khoa học và Công nghệ chấp nhận đơn hợp lệ tại Quyết định số 75961/QĐ-SHTT ngày 25/6/2024; số đơn 1-2004-03613, ngày nộp đơn 21/5/2024.

Hà Nội, ngày tháng năm

TM. Tập thể hướng dẫn
(Ký và ghi rõ họ tên)

Nghiên cứu sinh
(Ký và ghi rõ họ tên)

PGS.TS. Đặng Văn Thành

NCS. Trần Thị Hương

INFORMATION ON DOCTORAL THESIS

1. Full name: Huong Thi Tran
2. Sex: Female
3. Date of birth: January 1, 1979
4. Place of birth: Ninh Binh
5. Admission decision: Decision No. 3358/QĐ-DHKHTN dated November 28, 2019, by the Rector of University of Science, Vietnam National University, Hanoi (The training period has been adjusted to October 28, 2025, according to Decision No. 151/QĐ-DHKHTN dated January 17, 2023, and Decision No. 4828/QĐ-DHKHTN dated December 31, 2024, by the Rector of the University of Science, Vietnam National University, Hanoi)
6. Changes in academic process (if any):
7. Official thesis title: Research on resources recovery from metal-rich electroplating sludge.
8. Major: Environmental Science
9. Code: 9440301.01
10. Supervisors
 - Ph.D., Assoc. Professor Dang Van Thanh, Medical and Pharmaceutical University, Thai Nguyen University.
 - Ph.D., Assoc. Professor Pham Thi Thuy, University of Science, Vietnam National University, Hanoi
11. Summary of the new findings of the thesis

Electroplating sludge, generated from various stages of the plating process and sludge from electroplating wastewater treatment systems, often contains several valuable heavy metals. Currently, in Vietnam, electroplating sludge is mainly treated as hazardous waste using methods such as landfilling, incineration, and solidification. These methods not only fail to recover the valuable resources from the sludge but also pose potential risks to the environment, human health and safety, and ecosystems. The objective of this thesis is to study the characteristics of sludge from several electroplating production facilities nationwide, contributing to the provision of scientific information on the characteristics of electroplating sludge in Vietnam. Simultaneously, it aims to investigate the potential for recycling and resource recovery from this waste through the recovery of valuable metals and the fabrication of adsorbent and

photocatalytic materials for the treatment of certain pollutants in hypothetical and actual wastewater.

The research on several sludge samples from industrial electroplating facilities in Vietnam demonstrated the potential to recover valuable metals such as Cu, Ni, etc. These are readily available resources with significant recovery value. The composition and proportion of metals in the electroplating sludge samples are not uniform, with differences mainly due to variations in the electroplating technology used by the production facilities. The analysis of the electroplating sludge composition reveals a high concentration of valuable metals. This result is consistent with published studies on the composition of electroplating sludge both nationally and internationally.

The research has developed an efficient copper recovery process from electroplating sludge, in which optimal conditions for Cu recovery were identified: a 0,22 M H₂SO₄ solution with an acid-to-sludge ratio of 6:1 to 12:1, leaching duration of 6 hours, and acid excess of 0,5% to achieve a target pH of $3,0 \pm 0.3$. Copper carbonate was precipitated by adjusting the pH to approximately 7 using Na₂CO₃ solution, providing appropriate conditions for precipitation and recover copper from electroplating sludge.

Research on recovering potential resource value from electroplating sludge by developing environmental treatment materials from this sludge, specifically:

Combination of rice husk charcoal with electroplating sludge to create an adsorbent material for wastewater treatment. The fabricated material has a porous structure and a large specific surface area (175,22 m²/g), containing Cu-O and Ni-O groups from electroplating sludge and Si-O from rice husk charcoal, which are important factors in the adsorption of MB and CIP. The highest treatment efficiency for Ciprofloxacin (CIP) and Methylene Blue (MB) was achieved (99.89% and 74.96%) at pH = 8, initial concentration of 2.5 ppm in 90 minutes, and CR2.1 material mass of 0.05 g. The material also demonstrated the ability to adsorb CIP and MB in real wastewater samples. With its high adsorption capacity, plating sludge can be used for environmental remediation, opening up a new approach to recycling pollutants into environmentally friendly adsorbents.

Proposed process for photocatalysts' synthesizing from electroplating sludge via ultrasonic irradiation (2 hours) combined with thermal treatment. The catalyst obtained after calcination at 350°C (UB35) exhibited high photocatalytic degradation efficiency of CIP of ~ 93,87% under UVA irradiation over 180 minutes at pH = 9 and C₀ = 10 mg/L, using a

catalyst dose of 1,0 g/L. UB35 demonstrated good stability and reusability up to four cycles. Hydroxyl radicals ($\bullet\text{OH}$) were identified as the key reactive species responsible for CIP degradation. For MB, the catalyst calcined at 500 °C (UB50) achieved the highest degradation efficiency of ~ 98% under Xenon light irradiation within 120 minutes at pH = 9, $C_0 = 20$ mg/L, and a catalyst dose of 1,0 g/L. Photocatalysts were synthesized from electroplating sludge via ultrasonic irradiation (2 hours) combined with thermal treatment. The catalyst obtained after calcination at 350°C (UB35) exhibited high photocatalytic degradation efficiency of CIP of ~ 93,87% under UVA irradiation over 180 minutes at pH = 9 and $C_0 = 10$ mg/L, using a catalyst dose of 1,0 g/L. UB35 demonstrated good stability and reusability up to four cycles. Hydroxyl radicals ($\bullet\text{OH}$) were identified as the key reactive species responsible for CIP degradation. For MB, the catalyst calcined at 500 °C (UB50) achieved the highest degradation efficiency of ~ 98% under Xenon light irradiation within 120 minutes at pH = 9, $C_0 = 20$ mg/L, and a catalyst dose of 1,0 g/L.

Practical applications have been demonstrated with real wastewater samples, and the results open up a potential and feasible solution for treating wastewater containing antibiotics and dyes.

New contributions of the dissertation: The research has found a suitable process for efficiently recovering copper sulfate from electroplating sludge; reusing the electroplating sludge as an adsorbent and photocatalytic material for the treatment of CIP and MB in water; and proposing a mechanism for the decomposition of CIP antibiotics in water by photocatalytic reaction using UVA ultraviolet light.

12. Further research directions

Research on experimental application conditions for reusing wastewater sludge as a treatment material includes: expanding the application to more sludge samples from different types of plating processes; researching and clarifying quantitative information on the components that act as photocatalysts in the plating sludge after it has been processed into a material; and expanding the research to treat real wastewater samples containing antibiotics and dyes.

Research on applying technological models to recover metals from electroplating sludge and reuse the recovered sludge is necessary. Further studies on secondary waste generated during metal recovery and the use of recycled materials from electroplating sludge for wastewater treatment are required before industrial-scale implementation to ensure economic and environmental effectiveness.

13. Thesis-related publications

(1) T. T. Huong, T. Q. Minh, L. T. Vinh, P. T. Thuy, L. V. Trong and N. M. Khai (2021), "Removal of Cu (II) by calcinated electroplating sludge", *Heliyon* Vol. 7 (5), e07092.

(2) Tran Thi Huong, Nguyen Thi Mai, Nguyen Nhat Huy, Dang Van Thanh, Nguyen Thanh Hai, Do Danh Bich, Nguyen Thi Thuy, Nguyen Manh Khai (2024), "An effective and novel photocatalyst derived from the electroplating sludge for removing xanh metylen in aqueous solutions", *International Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 22, pp. 6535-6544.

(3) D. V. Hien, H. M. Trang, N. T. Mai, D. V. Thanh, N. M. Dung, T. T. Huong, N. M. Khai, T. T. M. Hang (2024), "Recycling electroplating sludge as an efficient photocatalyst for degradation of ciprofloxacin in aqueous solution", *Journal of the Air & Waste Management Association* Vol. 75 (3), pp. 252-265.

(4) Dao Van Hien, Tran Thi Huong, Nguyen Thi Mai, Nguyen Thi Anh Tuyet, Dang Van Thanh, Pham Van Hao, Tran Thi Minh Hang, Nguyen Manh Khai (2023), "Adsorbent materials from electroplating sludge - rice husk for green treatment of methylene and ciprofloxacin in water", *Vietnam Journal of Catalysis and Adsorption*, No. 12 - Vol. 4, pp. 76-84.

(5) The invention: A process for producing a photocatalyst for the degradation of ciprofloxacin in aqueous solution from electroplating sludge and a photocatalyst for the degradation of ciprofloxacin in aqueous solution obtained from this process; has been accepted as valid by the Intellectual Property Office - Ministry of Science and Technology in Decision No. 75961/QD-SHTT dated June 25, 2024; application number 1-2004-03613, filing date May 21, 2024.

Date: January 21, 2026

On Behalf of The Supervisory Committee

The Ph.D. Candidate

Dang Van Thanh, Ph.D., Assoc. Professor

Tran Thi Huong