

THÔNG TIN LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Đề tài nghiên cứu: *Nghiên cứu chế tạo vật liệu mới từ tro trấu hấp phụ đồng thời chất hữu cơ, nitrat, phốt phát trong nước thải*

Chuyên ngành: **Kỹ thuật môi trường** Mã số: **62520320**

Họ và tên NCS: **Phan Phước Toàn**

Tập thể hướng dẫn: **1. PGS.TS Nguyễn Trung Thành**
2. PGS.TS Nguyễn Nhật Huy

Cơ sở đào tạo: **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM**

Thông tin tóm tắt về những đóng góp mới về mặt học thuật, lý luận của luận án:

Luận án này tập trung tận dụng nguồn tro trấu thải từ các lò đốt ở địa phương (có thành phần chủ yếu là oxit silic và cacbon) làm nguyên liệu để chế tạo vật liệu mới có khả năng hấp phụ đồng thời ba thành phần chất hữu cơ, nitrat và phốt phát trong nước thải ở điều kiện phòng thí nghiệm.

Đầu tiên, luận án đã chế tạo thành công vật liệu mới từ tro trấu (TRI-ARHA) bằng phương pháp ghép các nhóm triamin lên bề mặt chất mang tro trấu sau khi đã hoạt hóa bằng phương pháp tạo lỗ xốp với axit flohidric (HF) với một quy trình đề xuất đơn giản, không cần các chất hoạt động bề mặt cũng như nhiệt độ cao để kích hoạt. Kết quả tối ưu hóa bằng quy hoạch thực nghiệm đã xác định được nồng độ dung dịch axit HF ~ 4,855% và tỷ lệ triamin silan/ARHA ~ 3,123 mL/g là điều kiện tối ưu để tổng hợp vật liệu. Các kết quả phân tích FTIR, XRD, TGA, BET, SEM, EDX và SEM-mapping đã thể hiện rõ các đặc trưng và thành phần hóa học cơ bản của vật liệu TRI-ARHA với diện tích bề mặt riêng ~ 402 m²/g và hàm lượng amin ~ 23%. Các nguyên tố O (36,4%), C (33,6%), Si (22,6%) và N (7,4%) được phân tán rất tốt trên bề mặt vật liệu.

Tiếp theo, quá trình nghiên cứu các tính chất hấp phụ đối với chất hữu cơ (metyl da cam), nitrat và phốt phát đã cho thấy vật liệu TRI-ARHA có nhiều ưu điểm nổi bật như khả năng hấp phụ cao ($Q_{\max} \sim 172$ mgMO/g, 132 mgNO₃⁻-N/g và 84,4 mgPO₄³⁻-P/g), thời gian đạt cân bằng hấp phụ nhanh (10-20 phút), môi trường pH thuận lợi (pH ~ 5-7) và độ bền tốt. So với các vật liệu đối chứng, TRI-ARHA cho thấy rõ khả năng hấp phụ tốt đồng thời cả ba thành phần chất hữu cơ, nitrat và phốt phát theo cơ chế hấp phụ - trao đổi ion chủ yếu nhờ vào đặc trưng nổi bật của chất mang ARHA kết hợp với hoạt tính mạnh của các nhóm triamin ghép trên bề mặt vật liệu. Điều đặc biệt được phát hiện là sự tăng cường khả năng hấp phụ ion nitrat và phốt phát khi hấp phụ đồng thời với metyl da cam (một hợp chất hữu cơ có chứa gốc amin và azo) thông qua một cơ chế hấp phụ mới có thể diễn ra trên bề mặt vật liệu.

Một trong những điểm nổi bật của luận án là việc kết hợp thực nghiệm với phương pháp hóa học tính toán bằng phần mềm Gaussian 16 (với bộ cơ sở B3LYP/6-32G*) để nghiên cứu và giải thích cho cơ chế hấp phụ đặc biệt của vật liệu mới này. Kết quả nghiên cứu đã phát hiện và đề xuất một cơ chế mới cho quá trình hấp phụ, được đặt tên là “*cơ chế hấp phụ liên hợp*” và cơ chế này có thể được định nghĩa là một quá trình hấp phụ trong đó liên kết của các thành phần được giải phóng từ quá trình trao đổi ion (ví dụ: Cl^- và Na^+/H^+) tiếp tục kích hoạt và hình thành các tâm hấp phụ mới kết hợp với các tâm hấp phụ hiện có, dẫn đến tăng cường hơn nữa khả năng hấp phụ đa thành phần của vật liệu. Cơ chế mới này có thể mở rộng để giải thích cho các đối tượng tổ hợp hấp phụ khác tương tự như các hợp chất mang màu/amin hữu cơ và các anion khác.

Cuối cùng, khi thử nghiệm xử lý nước thải chăn nuôi thực tế, TRI-ARHA đã cho thấy khả năng hấp phụ các thành phần hữu cơ, nitrat và phốt phát vượt trội so với hai loại chất hấp phụ thương mại thông dụng là than hoạt tính và nhựa trao đổi ion. Kết quả làm giảm đồng thời cả ba thông số BOD_5 , TN và TP đạt quy chuẩn xả thải hiện hành, qua đó làm cơ sở đề xuất cải tiến quy trình xử lý nước thải thực tế để có thể nâng cao hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm trước khi thải ra môi trường.

Tóm lại, luận án đã tận dụng hiệu quả nguồn cacbon và silica tự nhiên trong cấu trúc xốp của tro trấu để làm chất mang cho phản ứng ghép với các nhóm chức amin, tạo ra một vật liệu mới có khả năng hấp phụ tốt đồng thời nhiều thành phần ô nhiễm trên các tâm hấp phụ khác nhau, được đánh giá là một đóng góp mới và hiếm thấy ở các nghiên cứu trước đây về vật liệu hấp phụ, góp phần cạnh tranh với các loại chất hấp phụ thương mại thông dụng như than hoạt tính và nhựa trao đổi ion (mà hiện nay chủ yếu nhập khẩu từ thị trường Trung Quốc). Ngoài ra, một đóng góp mới đặc biệt của luận án này là việc phát hiện và đề xuất một cơ chế mới cho quá trình hấp phụ, đó là “*cơ chế hấp phụ liên hợp*”. Vật liệu mới này cho thấy tiềm năng ứng dụng trong các quá trình xử lý nước và nước thải với những tính năng ưu việt so với các vật liệu có mặt trên thị trường, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường trong nhiều lĩnh vực và tránh lãng phí tài nguyên.

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

PGS.TS Nguyễn Trung Thành PGS.TS Nguyễn Nhật Huy

Phan Phước Toàn