

NGHIÊN CỨU ĐỘNG HỌC VÀ CÂN BẰNG HẤP PHỤ CỦA QUÁ TRÌNH HẤP PHỤ METHYL ORANGE BẰNG VẬT LIỆU LAI $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-67}$

Bùi Quang Thành^{1*}, Huỳnh Thị Thanh Phương^{1,2}, Huỳnh Trường Ngo³

¹Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

²Trường PTTH Nguyễn Bình Khiêm, Gia Lai

³Chi cục An toàn và Vệ sinh Thực phẩm Thừa Thiên Huế

*Email: thanh.qt.bui@gmail.com

Ngày nhận bài: 02/3/2020; ngày hoàn thành phản biện: 9/3/2020; ngày duyệt đăng: 02/4/2020

TÓM TẮT

Vật liệu lai $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-67}$ có tiềm năng hấp phụ methyl orange trong nước do dễ dàng thu hồi từ tính của nano Fe_3O_4 và tính chất xốp của ZIF-67. Cấu trúc khung hữu cơ - kim loại của ZIF-67 hình thành trong dung môi phân tán sẵn nano Fe_3O_4 và sản phẩm $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-67}$ được khảo sát hấp phụ với dung dịch MO nồng độ ban đầu 20 - 60 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Kết quả được sử dụng để nghiên cứu mô hình động học và cân bằng hấp phụ. Giảm độ XRD chứng tỏ tương tác tinh thể, ghi nhận bởi sự giảm độ kết tinh của cấu trúc ZIF-67. Ảnh SEM và TEM xác nhận sự hình thành cấu trúc lai. Đường cong từ tính M-H chứng minh tính siêu thuận từ, với độ bão hòa 6 $\text{emu}\cdot\text{g}^{-1}$ và từ trễ < 5 Oe. Khảo sát quá trình cho thấy dung lượng hấp phụ tăng nhanh trong 5 phút đầu và cân bằng sau 30 phút. Phân tích mô hình cho thấy động học hấp phụ được mô tả chính xác hơn khi sử dụng mô hình hấp phụ biểu kiến bậc 2, với $R^2 = 0,97 - 0,99$ và $q_{e,cal}$ gần với $q_{e,exp}$. Nghiên cứu cân bằng cho thấy cả hai mô hình đẳng nhiệt Langmuir và Freundlich đều tương thích, với các giá trị $R^2 = 0,95 - 0,99$ và $p < 0,05$. Dung lượng hấp phụ đạt 227,5 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Các kết quả cho thấy vật liệu lai $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-67}$ có thể là một giải pháp hiệu quả để hấp phụ MO trong nước thải.

Từ khóa: Vật liệu lai $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-67}$, phẩm nhuộm methyl orange, động học hấp phụ, cân bằng hấp phụ, dung lượng hấp phụ.

KINETIC AND EQUILIBRIUM STUDIES OF METHYL ORANGE ADSORPTION USING Fe₃O₄/ZIF-67 HYBRID MATERIALS

Bui Quang Thanh^{1*}, Huynh Thi Thanh Phuong^{1,2}, Huynh Truong Ngo³

¹University of Sciences, Hue University

²Nguyen Binh Khiem High school, Gia Lai, Vietnam

³Sub-department of Food Hygiene and Safety, Thua Thien Hue, Vietnam

*Email: thanh.qt.bui@gmail.com

ABSTRACT

Fe₃O₄/ZIF-67 hybrid materials possess a promising application of waterborne MO adsorption thanks to the magnetic decantability from Fe₃O₄ nanoparticles after the dye adsorbed by the porous structure of ZIF-67. ZIF-67 metallic-organic framework was allowed for self-assembling in a Fe₃O₄-nanoparticle pre-suspended solvent and obtained Fe₃O₄/ZIF-67 materials used for adsorption studies on MO solutions whose initial concentration varied in 20 - 60 mg·L⁻¹. The experimental data was analysed by different kinetic and equilibrium models. XRD patterns demonstrate that crystalline interactions were showed by a declined crystallisation of ZIF-67 structure. SEM and TEM images confirmed the crystalline hybridisation. M-H curves indicated superparamagnetism, with low magnetic saturation of 6 emu·g⁻¹ and negligible coercive field under 5 Oe. The observations show that adsorption capacity increased rapidly in the first 5 minutes and reached the equilibrium after 30 minutes. The analytical outputs reveal that adsorption kinetics were more accurately represented by the second-order model as both $R^2 = 0,97 - 0,99$ and $q_{e,cal}$ was approximate to $q_{e,exp}$. The equilibrium analyses prove that either Langmuir or Freundlich isotherm fitted the experiments well with $R^2 = 0,95 - 0,99$ and $p < 0,05$. Maximum adsorption capacity was registered at 227,5 mg·g⁻¹. The results suggests the use of Fe₃O₄/ZIF-67 hybrid materials as an effective alternative for MO adsorption in wastewater.

Keywords: Fe₃O₄/ZIF-67 hybrid materials, dye methyl orange, adsorption kinetics, adsorption equilibrium, adsorption capacity



Bùi Quang Thành tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Hóa học tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng; nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành Hóa lý thuyết và hóa lý tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Từ năm 2014 đến nay, ông giảng dạy và nghiên cứu tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học vật liệu và vật liệu nano.



Huỳnh Thị Thanh Phương tốt nghiệp cử nhân Hóa học Tại trường Đại học Qui Nhơn. Hiện nay bà giảng dạy tại trường PTTH Nguyễn Bình Khiêm, Huyện Chư Sê, tỉnh Gia Lai.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu mới ứng dụng trong hấp phụ.



Huỳnh Trường Ngọc sinh ngày 01/6/1978 tại Thừa Thiên Huế. Ông tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Hóa học tại trường Đại học Khoa học, ĐH Huế năm 2000, tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Hóa học Phân tích năm 2008 tại trường Đại học Khoa học, ĐHH Huế. Ông công tác tại Chi cục An toàn vệ sinh thực phẩm, Sở Y tế Thừa Thiên Huế từ năm 2009.

Lĩnh vực nghiên cứu: An toàn vệ sinh thực phẩm, Hóa lý thuyết và Hóa lý.