

# PHƯƠNG PHÁP GITT VÀ PHỔ TỔNG TRỞ ĐIỆN HÓA ĐỂ NGHIÊN CỨU VẬT LIỆU SOL-GEL $\text{NaNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ TRONG QUÁ TRÌNH ĐAN CÀI/PHÓNG THÍCH ION $\text{Na}^+$

*Nguyễn Văn Hoàng<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Ngọc Hạnh<sup>1</sup>, Trần Văn Mẫn<sup>1</sup>, Lê Mỹ Loan Phụng<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup>Khoa Hóa học, Bộ môn Hóa lý*

*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM*

*<sup>2</sup>Phòng thí nghiệm Hóa lý ứng dụng (APCLab), ĐHQG-HCM*

*nvhoang@hcmus.edu.vn, ngochanh14@gmail.com, tvman@hcmus.edu.vn,*

*lmlphung@hcmus.edu.vn*

## **Tóm tắt**

Vật liệu catot  $\text{NaNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$  có khả năng đan cài thuận nghịch tốt và dung lượng khá cao. Đường cong phóng sạc của vật liệu được đặc trưng bởi nhiều vùng thế phẳng xen kẽ các vùng thế dốc và bậc thang do sự chuyển pha phức tạp trong quá trình đan cài/phóng thích ion  $\text{Na}^+$ . Trong nghiên cứu này, tính chất khuếch tán và điện trở của màng điện cực trong quá trình điện hóa được đánh giá bằng các phương pháp Galvanostatic Intermittence Titration Technique (GITT) and phổ tổng trở điện hóa (Electrochemical Impedance Spectroscopy-EIS). Phương pháp GITT là một chuỗi lặp lại giai đoạn áp dụng một xung dòng với biên độ 12 mA/g (C/20) trong thời gian 30 phút, sau đó là nghỉ 6 giờ đến khi thế của điện cực đạt đến giá trị mong muốn. Phép đo EIS được thực hiện ngay sau giai đoạn nghỉ trước khi bắt đầu một xung dòng mới. Hệ số khuếch tán của ion  $\text{Na}^+$  tính được từ đường GITT thay đổi trong khoảng rộng,  $10^{-9}$ - $10^{-12}$   $\text{cm}^2/\text{s}$  và  $10^{-13}$ - $10^{-17}$   $\text{cm}^2/\text{s}$  tương ứng với quá trình phóng và sạc. Quá trình phóng thích ion  $\text{Na}^+$  gần như được ưu đãi hơn so với quá trình đan cài trở lại ion  $\text{Na}^+$ . Bên cạnh đó, giá trị hệ số khuếch tán và điện trở thay đổi phản ánh sự chuyển pha phức tạp diễn ra trong vật liệu.

Từ khóa: GITT, phổ tổng trở điện hóa, pin sạc Na-ion,  $\text{NaNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$

# GITT AND ELECTROCHEMICAL IMPEDENCE SPECTROSCOPY FOR EVALUATING SOL-GEL $\text{NaNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ CATHODE MATERIAL DURING THE SODIATION/DESODIATION

*Nguyen Van Hoang<sup>1</sup>, Nguyen Thi Ngoc Hanh<sup>1</sup>, Tran Van Man<sup>1</sup>, Le My Loan Phung<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup>Faculty of Chemistry, University of Science, VNU-HCM*

*<sup>2</sup>Applied Physical Chemistry Laboratory (APCLab), University of Science, VNU-HCM  
nvhoang@hcmus.edu.vn, ngochanhk14@gmail.com, tvman@hcmus.edu.vn,  
lmlphung@hcmus.edu.vn*

## **Abstract**

The layered structure cathode material  $\text{NaNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$  showed a good capacity and durable cycling. The voltage profile of material characterized by sloping and stepping regions with several plateaus due to a consequences of phase transition. In this work, the change in diffusion and impedance properties of the material was evaluated by mean of Galvanostatic Intermittence Titration Technique (GITT) and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS). A series of subsequence current pulse with amplitude 12 mA/g (C/20) and duration 30 minutes and rest period (6 hours) was applied to the cathode during charge/discharge until the voltage reaches to the desired value. The EIS was performed after the rest period then the new current pulse began. The diffusion coefficients of  $\text{Na}^+$  were educed from GITT curve lie within wide range,  $10^{-9}$ - $10^{-12}$   $\text{cm}^2/\text{s}$  for charging and  $10^{-13}$  -  $10^{-17}$   $\text{cm}^2/\text{s}$  for discharging. The kinetic of sodium diffusion into  $\text{Na}_x\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$  host could be favored during the charging. Besides, the evolution of the diffusion coefficient and resistance value reflected the complexity of phase transition in the material.

**Key words:** layered structure, cathode material, Na-ion batteries,  $\text{NaNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$