ENHANCEMENT OF CO_2 GAS ADSORPTION OF HIGHLY POROUS MATERIAL FROM POLY(DVB) POLYHIPE BY USING LAYER-BY-LAYER SURFACE

Jirasuta Chungprempree

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2015

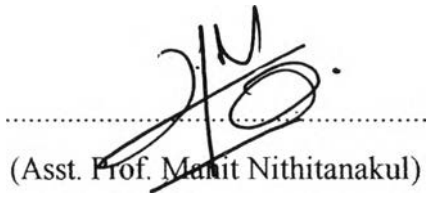
Thesis Title:	Enhancement of CO_2 Gas Adsorption of Highly Porous Material from Poly(DVB) PolyHIPE by Using Layer-by-Layer Surface
By:	Jirasuta Chungprempree
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Manit Nithitanakul
	Asst. Prof. Stephan T. Dubas

Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

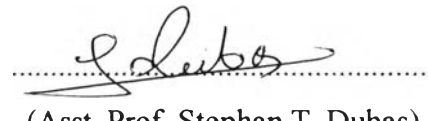
..... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

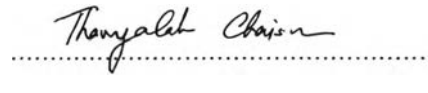
Thesis Committee:



(Asst. Prof. Manit Nithitanakul)



(Asst. Prof. Stephan T. Dubas)



(Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan)

(Asst. Prof. Pornsri Sapsrithong)

ABSTRACT

5672004063: Polymer Science Program
Jirasuta Chungprempree: Enhancement of CO_2 Gas Adsorption of Highly Porous Material from Poly(DVB)PolyHIPE by Using Layer-by-Layer Surface.
Thesis Advisors: Asst. Prof. Manit Nithitanakul. and Asst. Prof. Stephan T. Dubas 44 pp.
Keywords: Poly(S/DVB)HIPEs/ Layer-by-Layer / Mix surfactants/ CO_2 gas absorption

PolyHIPE is a highly porous polymer synthesized from high internal phase emulsions using polystyrene (S) and polydivinylbenzene (DVB). The surface of polyHIPE was modified by Layer-by-Layer (LbL) technique by using alternate deposition. This technique consisted of two main layers, the primary layer was repeated until six layers of poly(diallyldimethylammonium chloride) and poly(styrene sulfonate), polycation and polyanionic, respectively. The secondary layer, which used as CO_2 adsorping layer, was the solution of polyethylenimine (PEI) and tetraethylenepentamine (TEPA). In this experiment, polyHIPE were prepared with ratios of S:DVB were varied by 0:100, 80:20, and 20:80.

Pore diameter of the prepared Poly(S/DVB)HIPE were determined and found to be decreased from 79.4 to 41.2 μm with increased amount of DVB used. Moreover, the compressive modulus and decomposition temperature of poly(S/DVB)HIPEs was increased from 1.79 to 5.41 MPa and 440.98 to 373.79°C, respectively.

CO_2 adsorption tests were carried out on the obtained modified and unmodified poly(S/DVB)HIPE and it was found to be improved: this is due to the influence of ratio of S:DVB and amine solution investigated by GC-TGA technique. As the result, modified polyHIPE using S/DVB content; 0:100 with PEI on surface has the highest of CO_2 adsorption at 1.04 mmol/g.

บทคัดย่อ

จิรสุตา จึงเปรมปรี : การเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัสดุรูพรุนสูงที่ผ่านการปรับปรุงด้วยเทคนิคเคลือบชั้นผิวพอลิเมอร์ (Enhancement of CO_2 Gas Adsorption of Highly Porous Material from Poly(DVB)PolyHIPE by Using Layer-by-Layer Surface) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. มานิตย์ นิธิธนากุล และ ผศ. ดร. สเตฟาน ทีดูบาส 44 หน้า

พอลิฮีพ คือวัสดุรูพรุนสูงที่ถูกสังเคราะห์จากพอลิเมอไรเซชันของอิมัลชันที่ประกอบด้วยพอลิสไตรีน และไดไวนิลเบนซีน ซึ่งมีการปรับสภาพพื้นผิวของพอลิฮีพ โดยใช้เทคนิคเคลือบชั้นผิวพอลิเมอร์ โดยเทคนิคนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นหลัก ได้แก่ชั้นปฐมภูมิประกอบด้วยสารละลายที่มีประจุบวกของพอลิไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ และประจุลบของพอลิสไตรีนซัลโฟเนต ที่มีการวางสลับกันไปมา 6 ชั้น และชั้นทุติยภูมิที่ถูกใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งประกอบด้วยพอลิเอทิลีนอิมีน และเทตะเอทิลีนเพนทามีน ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการเตรียมอัตราส่วนของพอลิสไตรีนต่อไดไวนิลเบนซีน ไว้ดังนี้ 0:100, 20:80 และ 80:20

จากผลการวิจัยพบว่าเส้นผ่านสูตรกลางของพอลิฮีพ ลดลงจาก 79.4 ถึง 41.2 ไมโครเมตร เมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนของไดไวนิลเบนซีน อีกทั้งค่าโมดูลัสการกดอัดและอุณหภูมิการสลายตัวของสารมีค่าเพิ่มขึ้น จาก 1.79 ถึง 5.41 เมกกะปาสคาล และ 440.98 ถึง 373.79 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

จากการทดสอบการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยพอลิ(สไตรีน/ไดไวนิลเบนซีน) ฮีพ พบว่าสัดส่วนของพอลิสไตรีนต่อไดไวนิลเบนซีน และสารละลายเอมีน มีผลต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพอลิฮีพ โดยพบว่าพอลิฮีพ ที่มีสัดส่วนของพอลิสไตรีนต่อไดไวนิลเบนซีน 0:100 และผ่านการปรับปรุงผิวด้วยสารละลายเอมีนของพอลิเอทิลีนเอมีน มีค่าการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดที่ 1.04 มิลลิโมลต่อกรัม

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful for the partial scholarship and partial funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College

This thesis would not have been accomplished without the guidance and the support from many persons. I would like to use this opportunity to extend my heartfelt gratitude to the following.

Frist, I would like to express my gratitude to my advisor, Asst. Prof. Manit Nithitanakul for the useful comments, generous support and constant encouragement throughout the learning process of this master thesis. His words can always inspire me and bring me to higher level of thinking. I would not have achieved this far and this thesis would not have been completed without all the support.

Furthermore, I would like to extend our sincere thanks to Asst. Prof. Stephan Dubas and Asst. Prof. Pornsri Sapsrithong for their helpful and constructive suggestion. They have provided insightful discussions about research and sacrificed their time to teach and help me when I have problem.

Deepest gratitude are also due to the members of the committee, Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan for insightful comments, and useful question.

Many people, especially MN group, all senior students, team members, and our classmates, have made valuable suggestions on this proposal which gave us an inspiration to improve my work. We thank all the people for their help directly and indirectly to complete the thesis.

Most importantly, none of this would have been possible without the love, support, and encouragement of my family. I am especially grateful to my parents, who believed in me and wanted the best for me. Thank you for giving me inspiration that my life was to learn and to know and understand myself; only then could I know and understand others.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES