MECHANISM OF THE MIXED MATRIX MEMBRANE (POLYETHYLENE GLYCOL/SILICONE RUBBER) SEPARATION FOR POLAR GASES

Ms. Valya Serivalsatit

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
1999

ISBN 974-331-912-3

26 พ.ย. 2546
I 19584970

Thesis Title	: Mechanism of the Mixed Matrix Membrane (Polyethylene Glycol/Silicone Rubber) Separation for Polar Gases
By	: Ms. Valya Serivalsatit
Program	: Petrochemical Technology
Thesis Advisors	: Dr. Santi Kulprathipanja
	Prof. Somchai Osuwan

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

..... College Director
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee :

.....
(Dr. Santi Kulprathipanja)

.....
(Prof. Somchai Osuwan)

.....
(Dr. Thirasak Rirksomboon)

ABSTRACT

##971026 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM

KEY WORD : Mixed matrix membrane / Polar gases

Valya Serivalsatit : The Mechanism of the Mixed Matrix Membrane (Polyethylene Glycol/Silicone Rubber) Separation for Polar Gases. Thesis Advisors : Dr. Santi Kulprathipanja and Prof. Somchai Osuwan 28 pp

ISBN 974-331-912-3

An emerging membrane morphology with future potential is mixed matrix membrane composed of two different materials. In this study, mixed matrix membranes of silicone rubber and polyethylene glycol (PEG) were prepared by coating polymer solution on porous support. The permeation rates of CO_2, H_2, N_2 and C_2H_6 were evaluated through a dense homogeneous silicone rubber membrane and silicone rubber-PEG mixed matrix membrane. For the mixed matrix membrane, gas permeances slightly decreased while the selectivities of polar gas/non-polar gas were significantly improved due to the enhancement in solubility of polar gases in PEG. Observed permeance dependence with respect to type of backing for silicone rubber-PEG mixed matrix membrane indicates that PEG not only has the capacity of altering the permeability of silicone rubber which it is mixed, but also acts on the polymeric support material by softening it and causing its pore to shrink. Higher selectivity was obtained at higher PEG composition. This indicates that PEG is an excellent solvent for selective permeation of polar gases.

บทคัดย่อ

นางสาว วัลยา เสรีวัลย์สถิตย์ : กลไกการแยกโดยใช้เยื่อเนื้อผสม (โพลีเอทธิลีน ไกลคอล/ยางซิลิโคน) สำหรับก๊าซมีขั้ว (The Mechanism of the Mixed Matrix Membrane (Polyethylene Glycol/Silicone Rubber) Separation for Polar Gases) อ. ที่ปรึกษา : ดร. สันติ กุลประทีปัญญา และ ศ. สมชาย โอสุวรรณ 28 หน้า ISBN 974-331-912-3

การปรับปรุงโครงสร้างของเยื่อเลือกผ่าน สามารถทำได้โดยใช้เยื่อเนื้อผสมซึ่งประกอบด้วยวัสดุ 2 ชนิดคือ ยางซิลิโคนและโพลีเอทธิลีน ไกลคอล (PEG) ซึ่งทำได้โดยการเคลือบโครงสร้างที่เป็นรูพรุนด้วยสารละลายโพลีเมอร์ แล้วทดสอบโดยการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซอีเทน กับเยื่อยางซิลิโคนและเยื่อเนื้อผสมเพื่อดูความแตกต่าง ผลคือเยื่อเนื้อผสมมีสภาพให้ซึมได้ของก๊าซลดลงในขณะที่สภาพเลือกของก๊าซมีขั้วและไม่มีขั้วเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการสนับสนุนการละลายของก๊าซมีขั้วใน PEG เมื่อศึกษาสภาพแพร่ของก๊าซกับชนิดของโครงสร้างรูพรุน สำหรับเยื่อเนื้อผสมพบว่า PEG ไม่เพียงแต่เปลี่ยนความสามารถในการแพร่ผ่านของยางซิลิโคน PEG ยังมีผลกับโครงสร้างที่เป็นรูพรุน โดยทำให้นุ่มขึ้นและทำให้ขนาดของรูพรุนลดลง สภาพเลือกของก๊าซจะสูงขึ้นด้วยเมื่อมี PEG ในเยื่อสูงขึ้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่า PEG เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับการเลือกซึมได้ของก๊าซมีขั้ว

ACKNOWLEDGMENTS

First of all, I am particularly thankful to Dr. Santi Kulpratipanja of UOP Company for membrane testing unit and chemicals donated in this thesis and providing useful recommendations, creative comments, and encouragement throughout the course of this work.

Furthermore, I wish to express my special thanks to Prof. Somchai Osuwan who provides me with the guidance and thousands of valuable advice for my thesis.

Finally, I would like to take this opportunity to thank all of my friends for their friendly help, cheerfulness and encouragement.

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
	Title Page	i
	Abstract (in English)	iii
	Abstract (in Thai)	iv
	Acknowledgments	v
	Table of Contents	vi
	List of Tables	viii
	List of Figures	xi
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**BACKGROUND AND LITERATURE SURVEY**	
	2.1 Theory	3
	2.2 Literature Review	5
	2.2.1 The Gas Transport	5
	2.2.2 Asymmetric Membrane	7
III	**EXPERIMENTAL SECTION**	
	3.1 Materials	12
	3.2 Membrane Preparation Procedure	12
	3.3 Gas Permeability Measurement	13

CHAPTER		PAGE
IV	**RESULTS AND DISCUSSION**	
	4.1 Silicone Rubber Membrane	15
	4.2 Mixed Matrix Membrane of Silicone Rubber and Polyethylene Glycol	19
	4.3 The Dependence of Selectivity on Polyethylene Glycol Composition	21
V	**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**	24
	REFERENCES	25
	CURRICULUM VITAE	28

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
4.1	Gas Properties	15
4.2	Gas Permeance for Silicone Rubber Membrane	16
4.3	Gas Selectivity for Silicone Rubber Membrane	16
4.4	Gas Permeance for Mixed Matrix Membrane of Silicone Rubber and Polyethylene Glycol	19
4.5	Gas Selectivity for Mixed Matrix Membrane of Silicone Rubber and Polyethylene Glycol	21

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
3.1	Membrane Preparation Procedure	13
3.2	Experimental Setup	14
3.3	Membrane Testing Unit	14
4.1	The Dependence of Selectivity on PEG Composition for Polysulfone	23
4.2	The Dependence of Selectivity on PEG Composition for 20% Weight Polyacrylonitrile	23