

**EFFECT OF SURFACTANT CARBON CHAIN LENGTH ON
ADSORPTION ISOTHERMS OF MOLECULAR SIEVE MCM- 41**

Mr. Chanasit Srisaichua

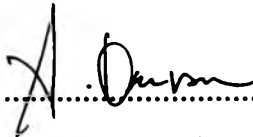
**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma
and Case Western Reserve University**

1997


ISBN 974-636-052-3

Thesis Title : Effect of Surfactant Carbon Chain Length on
Adsorption Isotherms of Molecular Sieve MCM-41
By : Mr.Chanasit Srisaichua
Program : Petrochemical Technology
Thesis Advisors : Prof. Jeffrey H. Harwell
Dr. Sumaeth Chavadej

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


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

Thesis Committee


.....
(Prof. Jeffrey H. Harwell)


.....
(Dr. Sumaeth Chavadej)


.....
(Dr. Thirasak Rirksomboon)

ABSTRACT

951002 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD : ADSORPTION / ADSORPTION ISOTHERM / MCM-41

CHANASIT SRISAICHUA : THESIS TITLE - EFFECT
OF SURFACTANT CARBON CHAIN LENGTH ON

ADSORPTION ISOTHERMS OF MOLECULAR SIEVE

MCM-41. THESIS ADVISORS : PROF. JEFFREY H.

HARWELL, AND DR. SUMAETH CHAVADEJ, 74 pp.

ISBN 974-636-052-3

Surfactant adsorption on solids, which depends on the properties of solid surfaces, is critical in the development of a new process that surfactant adsorption is governed by electrolyte and surface charge on the solid surface. A new class of solids which is a mesoporous molecular sieve, MCM-41 was investigated its adsorption isotherms in order to compare the results with silica (Hi-Sil 255). Five cationic surfactants (C₈, C₁₀, C₁₂, C₁₄ and C₁₆ ammonium salts) with different lengths of carbon chains were used to adsorb on these 2 materials. The isotherms obtained from these 2 materials show that the adsorption ability of the molecular sieve MCM-41 was significant higher than that of silica (Hi-Sil 255) when the same amount of these solids was used. The C₈ surfactant was adsorbed more than the other surfactants and the C₁₆ was adsorbed the least.

บทคัดย่อ

ชนสิทธิ์ ศรีสายเชื้อ : ผลของความยาวโซ่คาร์บอนของสารลดแรงดึงผิวที่มีต่อไอโซเทอมการดูดซับของโมเลกุลาร์ซีฟ เอ็มซีเอ็ม 41 (EFFECT OF SURFACTANT CARBON CHAIN LENGTH ON ADSORPTION ISOTHERMS OF MOLECULAR SIEVE MCM-41) อ.ที่ปรึกษา ศ. ดร. เจฟฟรีย์ เอช ฮาร์เวสต์ และ ดร. สุเมธ ชวเดช, 74 หน้า, ISBN 974-636-052-3

กระบวนการการดูดซับของสารลดแรงดึงผิวนั้นจะประกอบไปด้วยอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) และประจุบนพื้นผิวของซอลิดซับสเตรท (solid substrate) ซอลิดซับสเตรทชนิดใหม่ซึ่งมีชื่อว่า เอ็มซีเอ็ม 41 ถูกนำมาใช้ในการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับเพื่อที่จะเปรียบเทียบผลที่ได้กับซิลิกา (Hi-Sil 255) โดยใช้สารลดแรงดึงผิวแบบประจุบวก (Cationic surfactant) 5 ชนิด ที่มีความยาวโซ่คาร์บอนต่างกัน ได้แก่ C₈, C₁₀, C₁₂, C₁₄ และ C₁₆ แอมโมเนียมซอลต์ (ammonium salt) เป็นตัวดูดซับลงบนพื้นผิวของซอลิดซับสเตรททั้ง 2 ชนิดนี้ พบว่าไอโซเทอม

ที่ได้จากการดูดซับของสารลดแรงดึงผิวบนซอลิดซับสเตรททั้ง 2 ชนิดนี้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดซับของโมเลกุลาร์ซีฟ เอ็มซีเอ็ม 41 มีค่าสูงกว่าซิลิกามาก เมื่อใช้ปริมาณซอลิดซับสเตรททั้ง 2 ชนิดนี้เป็นตัวดูดซับในปริมาณที่เท่ากันซึ่งแสดงว่าโมเลกุลาร์ซีฟ เอ็มซีเอ็ม 41 มีพื้นที่ผิวในการดูดซับสูงกว่าซิลิกา นอกจากนี้ยังพบว่าสารลดแรงดึงผิวที่มีความยาวโซ่คาร์บอนสั้นที่สุด (C₈ ammonium salt) ถูกดูดซับมากที่สุด ในขณะที่สารลดแรงดึงผิวที่มีความยาวโซ่คาร์บอนมากที่สุด (C₁₆ ammonium salt) ถูกดูดซับน้อยที่สุด

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank the following people who have helped me tremendously with my thesis during my stay at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University.

Prof. Jeffrey H. Harwell, School of Chemical Engineering and Materials Science, The University of Oklahoma, for his useful guidance, suggestions and encouragement during my graduate work. Dr. Sumaeth Chavadej, my Thai advisor, for his helpful discussions and recommendations throughout my thesis. All the staff at the Petroleum and Petrochemical College for their help in guiding me how to use the equipment for completing the experiment and their kindness for repairing parts of the equipment when it was broken. Ms. Mariana A. Ioneva, a Ph.D. student at the University of Oklahoma who synthesized MCM-41 and sent it to me for the project. Mr. Boonyaratch Kitiyanun, a Ph.D. student at the University of Oklahoma who gave me useful information, valuable advices, and his personal point of view for the completion of this thesis. All my classmates who always created cheerful atmosphere both in class discussions and experiments as well as helping each other throughout the year. The National Research Council of Thailand for partially funding this research grant. Last but not least, I would like to thank my parents and sister for their concern, love and understanding.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER	PAGE
Title Page	i
Abstract	iii
Acknowledgements	v
Table of Contents	vi
List of Tables	viii
List of Figures	ix
I INTRODUCTION	1
II BACKGROUND	
2.1 Molecular Sieve MCM-41	3
2.2 Adsorption of Surfactant at the Solid-Liquid Interfaces	4
2.3 Adsorption Isotherm of Ionic Surfactant on Solid Oxide Surface	5
III EXPERIMENTAL SECTION	
3.1 Materials	
3.1.1 Mobil Composition of Matter Number 41	9
3.1.2 Silica	9
3.1.3 Surfactants	10
3.2 Experimental Procedures	10

CHAPTER	PAGE
IV RESULTS AND DISCUSSIONS	
4.1 Octyltrimethylammonium Bromide Adsorption Isotherm	13
4.2 Decyltrimethylammonium Bromide Adsorption Isotherm	18
4.3 Dodecyltrimethylammonium Bromide Adsorption Isotherm	18
4.4 Tetradecyltrimethylammonium Bromide Adsorption Isotherm	25
4.5 Cetyltrimethylammonium Bromide Adsorption Isotherm	32
4.6 The Effect of Number of Carbons in the Surfactant Tail on the Adsorption Density at Region II/III and III/IV Transition of MCM-41 and Hi-Sil 255	32
4.7 The Effect of Surfactant Tail Length on Adsorption	38
V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	44
REFERENCES	46
APPENDIX	
CURRICULUM VITAE	48

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
3.1	Chemical Structures of Cationic Surfactants	10

List of Figures

FIGURE	PAGE
2.1 Amphipatic structure of surfactant and adsorption pattern on solid substrate surface	4
2.2 Typical adsorption isotherm of surfactants on solid oxide surfaces	6
4.1 Dynamic adsorption of octyltrimethylammonium bromide on MCM-41	14
4.2 Dynamic adsorption of octyltrimethylammonium on Hi-Sil 255	15
4.3 Adsorption isotherm of octyltrimethylammonium bromide on MCM-41	16
4.4 Adsorption isotherm of octyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	17
4.5 Dynamic adsorption of decyltrimethylammonium bromide on MCM-41	19
4.6 Dynamic adsorption of decyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	20
4.7 Adsorption isotherm of decyltrimethylammonium bromide on MCM-41	21
4.8 Adsorption isotherm of decyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	22
4.9 Dynamic adsorption of dodecyltrimethylammonium bromide on MCM-41	23
4.10 Dynamic adsorption of dodecyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	24
4.11 Adsorption isotherm of dodecyltrimethylammonium bromide on MCM-41	25
4.12 Adsorption isotherm of dodecyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	26
4.13 Dynamic adsorption of tetradecyltrimethylammonium bromide on MCM-41	28
4.14 Dynamic adsorption of tetradecyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	29
4.15 Adsorption isotherm of tetradecyltrimethylammonium bromide on MCM-41	30
4.16 Adsorption isotherm of tetradecyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	31
4.17 Dynamic adsorption of cetyltrimethylammonium bromide on MCM-41	33
4.18 Dynamic adsorption of cetyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	34
4.19 Adsorption isotherm of cetyltrimethylammonium bromide on MCM-41	35
4.20 Adsorption isotherm of cetyltrimethylammonium bromide on Hi-Sil 255	36

FIGURE	PAGE
4.21 Adsorption density at region II/III transition of MCM-41 and Hi-Sil 255 at different number of carbons in the surfactant tail	37
4.22 Adsorption density at region III/IV transition of MCM-41 and Hi-Sil 255 at different number of carbons in the surfactant tail	39
4.23 Maximum adsorption density of MCM-41 and Hi-Sil 255 at different number of carbons in the surfactant tail	41
4.24 Maximum adsorption density of MCM-41 at different length of surfactant ion/diameter of the average pore	42
4.25 Maximum adsorption density of Hi-Sil 255 at different length of surfactant ion/diameter of the average pore	43