MICROEMULSION FORMATION AND DETERGENCY OF DOWFAX SURFACTANTS

Ms. Porntip Pattayakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment 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
2002

ISBN 974-03-1596-8

Thesis Title	:	Microemulsion Formation and Detergency of Dowfax Surfactants.
By	:	Ms. Porntip Pattayakorn
Program	:	Polymer Science
Thesis Advisor	:	Assistant Professor Nantaya Yanumet Associate Professor Sumaeth Chavadej Professor John F. Scamehorn

---

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

K. Bunyakiat. ..... College Director

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

N. Yanumet. .....

(Asst. Prof. Nantaya Yanumet)

Sumaeth Chavadej .....

(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

John Scamehorn .....

(Prof. John F. Scamehorn)

B. Kitiyanan. .....

(Dr. Boonyarach Kitiyanan)

.....

(Dr. Manit Nithitanakul)

ABSTRACT

4372018063 : POLYMER SCIENCE PROGRAM
Porntip Pattayakorn: Microemulsion Formation and Detergency of Dowfax Surfactants.
Thesis advisors: Asst. Prof. Nantaya Yanumet, Assoc. Prof. Sumaeth Chavadech and Prof. John F. Scamehorn, 71 pp.
ISBN 974-03-1596-8
Keywords : Microemulsion/ supersolubilization/ detergency/ cotton/ polyester/ propylene glycol/ hexadecane/ motor oil.

Winsor Type I-III microemulsion phase behavior was studied for detergency application as a function of salinity. The microemulsion systems consisted of commercially available DOWFAX 8390, bis-ethylhexyl sulfosuccinate (Aerosol-OT), sorbitan monolaurate (Span 20), and propylene glycol. This research was conducted to examine the relationship between the phase behavior and the detergency of hexadecane and motor oil staining on cotton and polyester fabrics in the laundering process. The system exhibiting supersolubilization, as well as the middle-phase microemulsion systems, were studied for detergency. Spectrophotometric and reflectance measurements were used to quantify soil removal after washing. Maximum detergency was found to correspond to the optimal salinity for hexadecane but not for motor oil. From the detergency results, the middle-phase microemulsion system was more efficient than the supersolubilization system for hexadecane staining, whereas for motor oil staining, both systems did not differ significantly in terms of solubilization capacity and detergency performance. The detergency results revealed that soil removal of both hexadecane and motor oil from cotton fabric was better than for soil removal from polyester fabric.

บทคัดย่อ

พรทิพย์ ปัตยะกร : การเกิดไมโครอิมัลชั่น และ ความสามารถในการทำความสะอาดของสารทำความสะอาดดาวแฟกซ์ (Microemulsion Formation and Detergency of Dowfax surfactant) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. นันทยา ยานุเมศ, รศ. ดร. สุเมธ ชวเดช และ ศ. ดร. จอห์น เอฟ สแกมฮอร์น 71 หน้า ISBN 974-03-1596-8

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงช่วงในการเกิดไมโครอิมัลชั่นจาก วินเซอร์ชนิดที่ 1 ถึง วินเซอร์ชนิดที่ 3 เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำความสะอาด โดย สารซักฟอกประกอบด้วย ดาวแฟกซ์ 8390 ซึ่งเป็นสารประเภท ไดอัลคิล ไดฟีนีลออกไซด์ ไดซัลโฟเนต, บิสเอทธิลเฮกซีล ซัลโฟซักซิเนต ซึ่งมีชื่อทางการค้าว่า แอโรซอล โอที, ซอร์บิแทน โมโนลอเรด หรือ สแปน 20 และ โพรพีลีนไกลคอล การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงช่วงในการเกิดไมโครอิมัลชั่น และ ความสามารถในการทำความสะอาด ได้ทำการทดสอบกับ ระบบที่เกิดซูเปอร์โซลูบิไลซ์เซชั่น และ มิดเดิลเฟส ไมโครอิมัลชั่น ผ้าฝ้าย และ ผ้าโพลีเอสเทอร์ ที่ปนเปื้อนด้วย เฮกสะเดกเคน และ น้ำมันเครื่อง ได้ถูกนำมาทดสอบความสามารถในการทำความสะอาดของสารซักฟอก ปริมาณสารปนเปื้อน และ สีบนผ้าก่อนซัก และ หลังซักได้ถูกวิเคราะห์โดยวิธี การวัดค่าการดูดกลืนแสง และ การสะท้อนของแสงตามลำดับ

จากผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดรอยเปื้อนที่เป็น เฮกสะเดกเคน เกิดที่ความเข้มข้นของเกลือที่ให้ค่าการละลายของน้ำมันมากที่สุด ในขณะที่ รอยเปื้อนที่เป็น น้ำมันเครื่อง ค่าความสามารถในการกำจัดคราบไม่เกิดที่ปริมาณเกลือที่ให้ค่าการละลายมากที่สุด จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในการซัก ระบบมิดเดิลเฟสไมโครอิมัลชั่น มีประสิทธิภาพดีกว่าระบบ ซูเปอร์โซลูบิไลซ์เซชั่น สำหรับคราบที่เป็นเฮกสะเดกเคน แต่สำหรับน้ำมันเครื่อง ค่าของทั้งสองระบบไม่แตกต่างอย่างชัดเจน ในด้านของ ค่าประสิทธิภาพในการละลายน้ำมัน และ ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดผ้า นอกจากนี้ยังพบอีกว่า คราบทั้งสองชนิดบนผ้าฝ้ายได้ถูกกำจัดได้มากกว่า คราบบนผ้าโพลีเอสเทอร์

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my appreciation to Prof. John F. Scamehorn, Asst. Prof. Nantaya Yanumet and Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, for their advice and encouragement during the course of this research work.

I am grateful for the technical advice on microemulsion formation part from Prof. David A. Sabatini.

I would particularly like to thank Chantra Tongcumpou who provided me with considerable assistance, suggestion and encouragement throughout this work.

I am especially indebted to Unilever Thai Holdings Ltd for providing financial support for my 2-year study at the college. I also appreciated useful suggestions and facilitation provided from Siam Singhapuntu and Nittaya Srisuwankul at Unilever Thai Holdings Ltd. for detergency measurements.

Special thanks also go to all Petroleum and Petrochemical College's staff.

Finally, I also want to express my appreciation to my mother for her patience and understanding during the study.

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
	Title Page	i
	Abstract (in English)	iii
	Abstract (in Thai)	iv
	Acknowledgements	v
	Table of Contents	vi
	List of Tables	viii
	List of Figures	ix
	Abbreviations	x
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**LITERATURE REVIEW**	4
III	**OIL REMOVAL FROM COTTON AND POLYESTER FABRICS USING MICROEMULSION SYSTEMS**	10
	Abstract	11
	Introduction	11
	Experimental	15
	Results and Discussion	17
	Acknowledgements	20
	References	21
IV	**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**	32
	REFERENCES	33

CHAPTER **PAGE**

APPENDICES		36
Appendix A	Methodology for interfacial tension measurement	36
Appendix B	Methodology for preparation of standard solution for calculation of the retained oil	37
Appendix C	Methodology for validation of the dye-tracer technique	38
Appendix D	Phase behavior studies of DOWFAX 8390-AOT-Span 80 with motor oil	39
Appendix E	Phase behavior studies of DOWFAX 8390-AOT-Span 20 with hexadecane and motor oil	43
Appendix F	Relative volume and solubilization parameter results	46
Appendix G	Interfacial tension results at NaCl different salinity for system A and C	53
Appendix H	Calibration curve for colored hexadecane and colored motor oil	55
Appendix I	Hexadecane removal from cotton and polyester fabrics using formulation A at different NaCl concentration.	57
Appendix J	Motor oil removal from cotton and polyester fabrics using formulation C at different NaCl concentration	64
Appendix K	Results of validation of dye-tracer technique	70
CURRICULUM VITAE		71

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
	Chapter III	
1	Comparison of different microemulsion systems at 30°C	24
2	Comparison of interfacial tension and salinity of selected microemulsion systems at 30°C	25

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
	Chapter I	
1.1	Winsor phase diagram	2
	Chapter II	
2.1	Complete removal of oil droplets from substrate by hydraulic currents when θ remains constant at > 90°	7
2.2	Rupture and incompleter removal of large oil droplets by hydraulic currents when θ remains constant at < 90°	8
	Chapter III	
1	Relationships of phase behavior, interfacial tension (IFT), and solubilization parameter	26
2	Phase diagram of salinity scan on DOWFAX/AOT/Span 20/ propylene glycol at 30°C	27
3	Solubilization parameter as a function of NaCl concentration for hexadecane and motor oil	28
4	Interfacial tension as a function of NaCl concentration for hexadecane and motor oil	29
5	Removal of hexadecane from cotton and polyester fabric	30
6	Removal of motor oil from cotton and polyester fabric	31

ABBREVIATIONS

ADPODS	Alkyldiphenyl oxide disulfonates
AOT	Aerosol-OT
HLB	Hydrophilic-lipophilic balance
IFT	Interfacial tension
m/o	Micreoemulsion/oil interface
Ms	Mass of surfactants
NaLAS	Sodium salt of C_{12} linear alkyl benzene sulfonate
o/m	Oil/microemulsion interface.
o/w	Oil/water interface
PIT	Phase inversion temperature
SP_o	Solubilization parameter for oil
SP_w	Solubilization parameter for water
STPP	Sodium tripolyphosphate
w/m	Water/microemulsion interface
w/o	Water/oil interface
V_o	Volumes of oil
V_w	Volumes of water