DETERGENCY OF MOTOR OIL REMOVAL UNDER MICROEMULTION CONDITIONS

Thitima Rattanavoravipa

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,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
2006

ISBN 974-9937-82-1

Thesis Title:	Detergency of Motor Oil Removal Under Microemulsion Conditions
By:	Thitima Rattanavoravipa
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej
	Prof. John F. Scamehorn
	Dr. Chantra Tongcumpou

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

Nantaya Yanumet ..... College Director
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:

Sumaeth Chavadej
(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

John Scamehorn
(Prof. John F. Scamehorn)

Chantra Tongcumpou
(Dr. Chantra Tongcumpou)

Ratana Rujiravanit
(Asst. Prof. Ratana Rujiravanit)

Punjaporn W.
(Dr. Punjaporn Weschayanwiwat)

ABSTRACT

4771031063: Petrochemical Technology Program
Thitima Rattanavoravipa: Detergency of Motor Oil Removal Under Microemulsion Conditions
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, Prof. Jonh F. Scamehorn and Dr. Chantra Tongcompou,
63 pp. ISBN 974-9937-82-1
Keywords: Detergency / Microemulsion / Winsor type III / Oily soil

Detergency is the process of removing unwanted materials from solid surfaces by contact with a surfactant solution. It is hypothesized that both ultra-low interfacial tension and high solubilization play important roles in promoting the detergency efficiency of oily soil such as motor oil. The objective of this study was to investigate the relationship between the phase diagrams of microemulsion formation with motor oil and the detergency performance on fabrics under microemulsion conditions. A mixed surfactant system of branched alcohol propoxylate sulphate sodium salt with 14 – 15 carbons and 3 propylene oxides (Alflotera 145-3PO), an ionic surfactant, and a secondary alcohol exthoxylate nonionic surfactant (Tergitol 15S5) which is a commercial surfactant used in laundry applications and is friendly to the environment, was used to exhibit a Winsor Type III microemulsion (middle phase) at 0.1 wt% Alfotera and 5 wt% Tergitol 15S5 and salinity of 5% with motor oil. From the phase behaviour results, a formulation was selected for the detergency experiments. The recommendation for detergency by selected formulation should be in the range of 30°C-50°C. Moreover, the detergency performance under the microemulsion condition was much higher than commercial detergents at the same active surfactant concentration. The pre-treat by the selected formulation before washing is an advantage to improve the efficiency of detergency. In addition, the salinity concentration in wash step has affected to each step of oil removal.

บทคัดย่อ

ฐิติมา รัตนวรวิภา : การกำจัดน้ำมันเครื่องภายใต้สภาวะไมโครอิมัลชั่นเพื่อใช้ในการทำความสะอาด (Detergency of Motor Oil Removal Under Microemulsion Conditions) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สุเมธ ชวเดช ศ.ดร. จอห์น เอฟ สกามีฮอร์น และ ดร. จันทรา ทองคำเภา 63 หน้า ISBN 974-9937-82-1

การทำความสะอาด คือ กระบวนการหนึ่งในการกำจัดสิ่งสกปรกที่เราไม่ต้องการจากผิวผ้า สมมติฐานถูกตั้งไว้ว่า ค่าแรงตึงผิวที่ต่ำมากและค่าการละลายของน้ำมันเครื่องแสดงความสำคัญต่อประสิทธิภาพของการทำความสะอาด วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเล่มนี้ คือ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระบบของสารลดแรงตึงผิวที่เกิดไมโครอิมัลชั่น และประสิทธิภาพของการทำความสะอาดภายใต้ระบบไมโครอิมัลชั่น สารลดแรงตึงผิวที่ถูกเลือกมาใช้ในการเกิดไมโครอิมัลชั่นกับน้ำมันเครื่อง ได้แก่ อัลโฟเทอร่า 145-3โพลีเอทธิลีน ออกไซด์ และ เทอจิทอล 15 เอส 5 ซึ่งใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมการทำความสะอาด และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ระบบของสารลดแรงตึงผิวที่สามารถเกิดวินเซอร์ในแบบที่ III คือ 0.1 เปอร์เซนต์ของสารลดแรงตึงผิวอัลโฟเทอร่า 145-3 โพลีเอทธิลีน ออกไซด์ และ 5 เปอร์เซนต์ของสารลดแรงตึงผิวเทอจิทอล 15 เอส 5 ในปริมาณเกลือ 5 เปอร์เซนต์ จากงานวิจัยเล่มนี้ พบว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำความสะอาดคือ 30-50 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดภายใต้ระบบไมโครอิมัลชั่นสูงกว่าประสิทธิภาพการทำความสะอาดของผงซักฟอกทั่วไปที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เท่ากัน ประสิทธิภาพของการทำความสะอาดจะเพิ่มขึ้น หากผ่านกระบวนการทำความสะอาดโดยสารลดแรงตึงผิวที่เข้มข้นก่อนการทำความสะอาดจริง และยังพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของเกลือในช่วงการซักมีผลต่อการทำความสะอาดน้ำมันเครื่องในแต่ละขั้นของน้ำซัก และน้ำล้างอีกด้วย

ACKNOWLEDGEMENTS

This work would not have been possible without the assistance of the following individuals and organizations.

First of all, the author is deeply indebted to Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej,Professor John F. Scamehorn, Dr.Chatra Tongcumpou as thesis advisors, for providing constructive guidance and comments as well as encouragement throughout this thesis work.

I am very grateful to Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium) under The Ministry of Education and The Graduate Program of Thailand Research Fund for providing a partial scholarship and a research grant, respectively.

This work was also financially supported by The Research Unit: Applied Surfactants for Separation and Pollution Control under the Ratchadapisake Somphoke Fund, Chulalongkorn University.

I am sincere to Ms. Parichat Kobphol for her very nice suggestion and encouragement. Thank you very much

Special thanks also extend to all of the Petroleum and Petrochemical College's staff for their assistance and all of friends for being my power.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER PAGE

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

ABBREVIATIONS

ADPODS	Alkyl diphenyl oxide disulfonate
Alfotera 145-3PO	branched alcohol propoxylate sulphate sodium salt with 14 – 15 carbons and 3 propylene oxides
AOT	Aerosol-OT or dioctyl sodium sulfosuccinate
EACN	Equivalent alkane carbon number
HLB	Hydrophilic-lypophilic balance
IFT	Interfacial tension (mN/m)
IFTm/o	Interfacial tension between middle phase and excess oil phase (mN/m)
IFTm/w	Interfacial tension between middle phase and excess water phase (mN/m)
IFTo/w	Interfacial tension between oil and water (mN/m)
LD	Liquid Detergent
O/W	Oil-in-water microemulsion
W/O	Water-in-oil microemulsion
PIT	Phase inversion temperature
Tergitol 15S5	secondary alcohol exthoxylate nonionic surfactant with 5 ethylene oxide
S*	Optimum salinity (wt%)
SP*	Optimum solubilization parameter (ml/g)
SP	Solubilization parameter (ml/g)
Spo	Solubilization parameter of oil (ml/g)
SPw	Solubilization parameter of water (ml/g)

LIST OF SYMBOLS

θ	Contact angle (degree)
ρ	Density (g/ml)
d	Diameter (mm)
$\Upsilon_{O/M}$	Interfacial tension between excess oil phase and middle phase (mN/m)
$\Upsilon_{W/M}$	Interfacial tension between excess water phase and middle phase (mN/m)
Υ_{OB}	Interfacial tension at the liquid soil-bath interface (mN/m)
Υ_{OS}	Interfacial tension at the liquid soil-substrate interface (mN/m)
Υ_{SB}	Interfacial tension at the substrate-bath interface (mN/m)
W_C	Work of cohesion
W_A	Work of adhesion