ALCOHOL-FREE MICROEMULSION FORMATION WITH PERCHLOROETHYLENE AND A GEMINI SURFACTANT

Ms. Sangaroon Aowiriyakul

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
1998

ISBN 974-638-501-1

Thesis Title	:	Alcohol-Free Microemulsion Formation with Perchloroethylene and a Gemini Surfactant
By	:	Ms. Sangaroon Aowiriyakul
Program	:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors	:	Prof. Jeffrey H. Harwell
		Asst. Prof. Chintana Saiwan

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)

.....
(Asst. Prof. Chintana Saiwan)

.....
(Dr. Nantaya Yanumet)

ABSTRACT

##961021 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
KEY WORDS : Microemulsion / Perchloroethylene (PCE) / Dowfax / Gemini surfactant / mixed electrolyte

Sangaroon Aowiriyakul : Alcohol-Free Microemulsion Formation with Perchloroethylene and a Gemini Surfactant. Thesis Advisors : Prof. Jeffrey H. Harwell and Asst. Prof. Chintana Saiwan, 117 pp. ISBN 974-638-501-1

The Dowfax8390/perchloroethylene(PCE)/octanoic acid system formed an upper phase microemulsion (type I). The phase behavior of the system showed that the inversion of microemulsion from type I to III (or IV), and II occurred by scanning with $CaCl_2$ concentration. Gel formation occurred before formation of type II microemulsion at low surfactant concentration due to the presence of octanoic acid (co-surfactant) and high concentration of $CaCl_2$ electrolyte, and disappeared at high surfactant concentration. The presence of gel prevented the use of surfactant at low concentration for microemulsion formation. At fixed surfactant concentration, and 24 °C, the reduction of octanoic acid concentration had little effect on gel formation. Similar effects occurred with the temperature at 35 °C and 45 °C or with mixed electrolyte ($CaCl_2$ + $MgCl_2.6H_2O$). The solubilization parameters of oil and water in the micellar phase were studied to select the optimum system for surfactant enhanced aquifer remediation (SEAR). As surfactant concentration increased, the optimum solubilization parameter increased to the maximum, and then decreased beyond the optimum surfactant concentration. The maximum solubilization parameter was the optimum system for PCE removal. The solubilization parameter decreased with decreasing co-surfactant, and increasing temperature.

บทคัดย่อ

แสงอรุณ เอาวิริยะกุล : การเกิดไมโครอิมัลชั่นที่ปราศจากอัลกอฮอล์จากเปอร์คลอโรเอธิลีนและเจมิไนเซอร์แฟคแตนท์ (Alcohol-Free Microemulsion Formation with Perchloroethylene and a Gemini Surfactant) อ. ที่ปรึกษา: ศ. ดร. เจฟฟรี เอช ฮาเวล (Prof. Dr. Jeffrey H. Harwell) และผศ. ดร. จินตนา สายวรรณ์ 117 หน้า ISBN 974-638-501-1

ไมโครอีมัลชั่นที่เฟสชั้นบน (แบบที่ 1) เกิดจากระบบที่ประกอบด้วยดาวแฟกซ์ 8390 เปอร์คลอโรเอธิลีน(พีซีอี) และกรดออกตาโนอิค พฤติการณ์ของเฟสแสดงการเปลี่ยนชนิดของไมโครอีมัลชั่นจากแบบที่ 1 ไปสู่แบบที่ 3 (หรือแบบที่ 4) และไปสู่แบบที่ 2 เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมคลอไรด์ การเกิดเจลในไมโครอีมัลชั่นแบบที่ 2 เกิดขึ้นที่ความเข้มข้นของเซอร์แฟคแตนท์ต่ำเนื่องจากการมีกรดคาโนอิค(เซอร์แฟคแตนท์ร่วม) และความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมคลอไรด์มีค่าสูง และเจลหายไปเมื่อความเข้มข้นของเซอร์แฟคแตนท์มีค่าสูงๆเนื่องจากการลดเกลือที่ใช้ลง การมีเจลเกิดขึ้นขัดขวางการใช้เซอร์แฟคแตนท์ที่ความเข้มข้นต่ำ เมื่อให้ความเข้มข้นของเซอร์แฟคแตนท์คงที่ และอุณหภูมิที่ 24 °ซ การลดกรดออกตาโนอิคลง มีผลต่อการเกิดเจลเพียงเล็กน้อย การใช้อุณหภูมิที่ 35°ซ และ 45°ซ หรือการใช้เกลือผสม (แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมคลอไรด์ เฮกซาไฮเดรต) ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน การศึกษาค่าตัวแปรการละลายของน้ำมันและน้ำในเฟสของไมเซลเพื่อใช้เลือกระบบที่เหมาะสมเมื่อใช้เซอร์แฟคแตนท์เพิ่มการแก้ไขพื้นดิน(เอส อี เอ อาร์) เมื่อความเข้มข้นของเซอร์แฟคแตนท์เพิ่มขึ้น ค่าตัวแปรการละลายที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นถึงค่าสูงสุดและลดลงเมื่อความเข้มข้นของเซอร์แฟคแตนท์เพิ่มขึ้นเกินค่าเหมาะสม ค่าตัวแปรการละลายที่เหมาะสมเป็นค่าที่เหมาะของระบบที่ใช้ขจัดพีซีอี ค่าตัวแปรการละลายลดลงตามปริมาณเซอร์แฟคแตนท์ร่วมที่ลดลง การใช้เกลือผสม และการเพิ่มอุณหภูมิ

ACKNOWLEDGMENTS

This work has been a very memorable and enjoyable experience. It would not have been successible without the help of a number of lovely persons. I would like to thank all of them for making this work success.

My first great appreciation goes to Professor Jeffrey H.Harwell, who is my thesis advisor, for his guidance, discerning discussions and encouragement throughout my work. Without his professional advice, this thesis would never have been successful. In addition, I also would like to thank him specially for his assistance throughout my stay in Oklahoma.

I also thank Asst. Professor Chintana Saiwan, my Thai advisor. I would like to thank her for her support, advice, and encouragement throughout this work. This thesis would never have been completed without her consistent help. I would also like to thank Dr. Nantaya Yanumet of my thesis committee. Thanks is also extended to Bin Wu for his valuable suggestions.

I would like to thank Dow Chemical Company for giving me the opportunity to do research in the United States of America. I am grateful to Tom J.Loughney, Lisa Quencer, Pushpa Inbasekaran, Sally Kokke Hall, Chris Means, Sally Ann Sutton, and the surfactant group for their help when I stayed in Midland, Michigan.

I am grateful to Professor James O.Wilkes, Assoc. Professor Lance Lobban, and their families for their help when I stayed in the United States of America. Thanks is also given to the staff at the University of Oklahoma: Sherry Ledgerwood, Susan Kates, Donna King, and to students Jason Bailey and Boonyaratch Kitiyanan for their assistance.

Thanks is also extended to Bangkok Bank Public Company Limited for the scholarship.

Finally, I would like to express deep appreciation to my parents for their endless support and love throughout the two-year study period.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**