CORRELATION OF SURFACTANT ADSORPTION AND WETTABILITY ON HYDROPHOBIC SURFACES: MIXED CATIONIC AND NONIONIC SURFACTANTS SYSTEMS

Benchawan Thongpae

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
2008

Thesis Title: Correlation of Surfactant Adsorption and Wettibility on Hydrophobic Surfaces: Mixed Cationic and Nonionic Surfactant Systems

By: Benchawan Thongpae

Program: Petrochemical Technology

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej
Prof. John F. Scamehorn
Assoc. Prof. John O'Haver
Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan

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

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

Thesis Committee:

....
(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

....
(Prof. John F. Scamehorn)

....
(Assoc. Prof. John H. O'Haver)

....
(Asst. Prof.Boonyarach Kitiyanan)

....
(Dr. Siriporn Jongpatiwut)

....
(Dr. Malee Santikunaporn)

บทคัดย่อ

เบญจวรรณ ทองแผ่ : ความสัมพันธ์ของการดูดซับและการเปียกบนพื้นผิวไฮโดรโฟบิกชนิดต่างๆ ของสารลดแรงตึงผิวแบบผสมระหว่างชนิดประจุบวกและชนิดไร้ประจุ (Correlation of Surfactant Adsorption and Wettibility on Hydrophobic Surfaces: Mixed Cationic and Nonionic Surfactant Systems) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุเมธ ชวเดช, ศ. ดร. จอห์น เอฟ สเกมิฮอร์น, รศ. ดร. จอห์น โอ เฮเวอร์ และ ผศ. ดร. บุนยรัชต์ กิติยานันท์ 102 หน้า

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับและการเปียกบนพื้นผิวพลาสติกชนิดต่างๆของสารลดแรงตึงผิวแบบผสมระหว่างชนิดประจุบวกและชนิดไร้ประจุ ภายใต้ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่ต่างกัน และสัดส่วนเชิงโมลของสารลดแรงตึงผิวชนิดไร้ประจุ 0.25, 0.50 และ 0.75 สารลดแรงตึงผิวที่ใช้ประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุบวก — CPB และสารลดแรงตึงผิวชนิดไร้ประจุ — $OP(EO)_{10}$และพลาสติกที่ใช้ประกอบด้วย โพลีเอททิลีนชนิดความหนาแน่นสูง, โพลีคาร์บอเนต, โพลีไวนิลคลอไรด์, อะคริโลไนไตร บิวตะไดอีน สไตรีน, โพลีเมททิล เมททาคริเลต และ โพลีเฮกซะเมททิลีน อะดิพาไมด์ จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการดูดซับของสารลดแรงตึงผิวแบบผสมสูงขึ้นตามสัดส่วนเชิงโมลของสารลดแรงตึงผิวชนิดไร้ประจุที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของการดูดซับนี้นำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพการเปียกบนพื้นผิวอีกด้วย การเติมสารลดแรงตึงผิวชนิดไร้ประจุลงในสารละลาย CPB ช่วยให้สารละลาย CPB ดูดซับบนพื้นผิวได้ดีขึ้น เนื่องจากการลดแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างหัวประจุบวกของสารลดแรงตึงผิว และการเติมสารลดแรงตึงผิวชนิดไร้ประจุลงในสารละลาย CPB ยังส่งผลให้สารลดแรงตึงผิวดูดซับบนพื้นผิวระหว่างของแข็งและของเหลวมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ค่าการดูดซับของสารละลาย $OP(EO)_{10}$กลับลดลง เมื่อเติมสารละลาย CPB ลงไป เนื่องจากโมเลกุลของ CPB ที่ถูกดูดซับอยู่ก่อนแล้ว เป็นอุปสรรคต่อการดูดซับของสารละลาย $OP(EO)_{10}$ นอกจากนี้ความเป็นขั้วของพื้นผิวที่สูงขึ้น ยังส่งผลให้คุณสมบัติในการเปียกของพื้นผิวดีขึ้น และสารลดแรงตึงผิวมีแนวโน้มดูดซับบนพื้นผิวระหว่างของเหลวและอากาศ มากกว่าบนพื้นผิวระหว่างของแข็งและอากาศอีกด้วย

ABSTRACT

4971004063: Petrochemical Technology Program

Benchawan Thongpae: Correlation of Surfactant Adsorption and Wettibility on Hydrophobic Surfaces: Mixed Cationic and Nonionic Surfactant Systems

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, Prof. John F. Scamehorn, Assoc. Prof. John O'Haver, and Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan, 102 pp.

Keywords: Cetylpyridinium Bromide (CPB)/ Polyoxyehtylene Octyl Phenyl Ether ($OP(EO)_{10}$)/ Positive Effect/ Electrostatic Repulsion

Adsorption and wetting on different hydrophobic surfaces with aqueous binary mixed solutions of cationic surfactant — cetylpyridinium bromide (CPB), and nonionic surfactant — polyoxyethylene octyl phenyl ether ($OP(EO)_{10}$) were investigated at molar fractions of the nonionic surfactant of 0.25, 0.50, and 0.75. The six plastics used for this study were high density polyethylene (HDPE), polycarbonate (PC), polyvinylchloride (PVC), acrylonitrile butadiene styrene (ABS), polymethyl methacrylate (PMMA), and polyhexamethylene adipamide (Nylon66). The mixed surfactant systems showed a positive effect in adsorption with increasing molar fraction of nonionic surfactant, leading to wetting improvement. The addition of the nonionic surfactant into the CPB solution increased the CPB adsorption onto the studied plastic surfaces because of the reduction of electrostatic repulsion among cationic head groups and it also increased the surface excess concentration at the solid/liquid interface. Surfactant molecules likely adsorb at the liquid/vapor interface more than at the solid/liquid interface when the polarity of surfaces increased. Interestingly, the masking of negative charge plastic surfaces by the CPB monomeric adsorption obstructed the $OP(EO)_{10}$ adsorption. In addition, wetting of the studied plastic surfaces was found to increase with increasing polarity of surfaces.

ACKNOWLEDGEMENTS

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

First of all, I greatly appreciate Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, Prof. John F.Scamehorn, Assoc Prof. John O'Haver, and Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan, my thesis advisors, for providing invaluable recommendations, creative comments, and kindly support throughtout the course of this research work.

I would like to thank Dr. Siriporn Jongpatiwut and Dr. Malee Santikunaporn for their kind advice and for being my thesis committee.

I am grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand; and the Research Unit of Surfactants and Pollution Control.

I am also grateful for providing the plastics from Chi Mei Corporation, Thai Plastic and Chemicals Public Co., Ltd., Thai Polyethylene Co., Ltd., Diapolyacrylate Co., Ltd., IRPC Public Co., Ltd., and SY Smile Co., Ltd.

Special appreciation go to all of the Petroleum and Petrochemical College's staff who gave helps in various aspects, especially the research affairs staff who kindly helps with the analytical instruments used in this work.

For my friends at PPC, I would like to give special thanks for their friendly support, encouragement, cheerfulness and assistance. Without them, two years in the college will be meaningless for me. I had the most enjoyable time working with all of them.

Finally, I am deeply indebted to my parents and my family for their unconditionally support, love and understanding for me all the time.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**