MOTOR OIL REMOVAL BY MULTISTAGE FROTH FLOTATION

Krit Thaiteerasathean

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
2011

I 28374605

Thesis Title:	Motor Oil Removal by Multistage Froth Flotation
By:	Krit Thaiteerasathean
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Prof. Sumaeth Chavadej

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

..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

..... (Prof. Sumaeth Chavadej)

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

..... (Dr. Veerapat Tantayakom)

ABSTRACT

5271017063: Petrochemical Technology Program
Krit Thaiteerasathean: Motor Oil Removal by Multistage Froth Flotation
Thesis Advisor: Prof. Sumaeth Chavadej 46 pp.
Keywords: Multistage Froth Flotation/ Motor Oil Removal/ Microemulsion/ Wastewater

The objective of this study was to investigate the operation parameters in the multistage froth flotation column to the efficiency of motor oil removal from water by multistage froth flotation. Branched alcohol propoxylate sulfate sodium salt with 14-15 carbon number and 4 PO groups (Alfoterra 145-4PO) is also used to form microemulsion with motor oil and as a froth for running the multistage froth flotation column. An increase in surfactant concentration was found to increase the oil removal, whereas the oil removal decreased with increasing air flow rate. An increase in NaCl concentration was found to increase oil removal when NaCl concentration exceed 2 %wt oil removal dramatically decrease. For the effect of feed flow rate, oil removal remained constant.

บทคัดย่อ

กฤตย์ ไทยธีระเสถียร : การแยกน้ำมันเครื่องออกจากน้ำเสียด้วยวิธี Froth Flotation (Motor oil removal by multistage froth flotation) อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. สุเมธ ชวเดช 46 หน้า

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การศึกษาถึงผลกระทบจากตัวแปรต่าง ได้แก่ ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว, ความเข้มข้นของเกลือ, อัตราการไหลของอากาศ และอัตราการไหลของสารละลายขาเข้าต่อคุณภาพการแยกน้ำมันเครื่องออกจากน้ำเสียโดยการใช้ฟอง สารลดแรงตึงผิวที่ชื่อว่า "Alfoterra 145-4PO" ถูกใช้เพื่อทำให้เกิดไมโครอิมัลชั่นกับน้ำมันเครื่อง และยังเป็นสารที่ช่วยให้เกิดฟองในคอลัมน์อีกด้วย จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารลดแรงตึงผิวทำให้ประสิทธิภาพของการแยกน้ำมันเครื่องออกจากน้ำเพิ่มขึ้น แต่ประสิทธิภาพกลับลดลงโดยที่เพิ่มอัตราการไหลของอากาศ ส่วนผลกระทบจากความเข้มข้นของเกลือนั้นพบว่าความเข้มข้นของเกลือในช่วง 0-2 wt% จะทำให้ประสิทธิภาพของการแยกน้ำมันเครื่องออกจากน้ำนั้นเพิ่มขึ้น แต่กลับลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้นสูงกว่า 2 wt% ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของสารละลายขาเข้านั้นพบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการแยกน้ำมันเครื่องออกจากน้ำมากนัก โดยที่ประสิทธิภาพไม่เปลี่ยนแปลงเท่าไร่หากเพิ่มอัตราการไหลของสารละลายขาเข้า

ACKNOWLEDGEMENTS

This work would have not been successful without the assistance of the following individuals and organizations. First of all, I am grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, Thailand; and by the Sustainable Petroleum and Petrochemicals Research Unit, Center for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Chulalongkorn University, Thailand.

I would like to express my grateful appreciation to my thesis advisors, Prof. Sumaeth Chavadej. for his support and advice throughout this research work. Moreover, I would like to thank Sasol North America Inc., Texas, USA, for providing the extended surfactant used in this research.

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
Title Page		i
Abstract (in English)		iii
Abstract (in Thai)		iv
Acknowledgement		v
Table of Contents		vi
List of Table		viii
List of Figures		ix
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**LITERATURE REVIEW**	3
III	**EXPERIMENTAL**	17
	3.1 Equipment	17
	3.2 Chemical	17
	3.2.1 Surfactant	17
	3.2.2 Solvents	17
	3.3 Methodology	17
	3.3.1 Microemulsion phase study	17
	3.3.2 Multistage Froth flotation experiment	18
	3.4 Analytical Methods	18
	3.4.1 Microemulsion Phase Study	18
	3.4.2 Motor Oil Analysis	19
	3.4.3 Surfactant Analysis	19
IV	**RESULTS AND DISCUSSION**	20
	4.1 Microemulsion Phase Study	20

CHAPTER PAGE

4.1.1 Effect of Surfactant Concentration on IFT 20

4.1.2 Effect of NaCl Concentration on IFT 20

4.2 Operation Zones 21

4.3 Froth Flotation Performance 23

4.3.1 Effect of Feed Concentration 24

4.3.2 Effect of NaCl Concentration 26

4.3.3 Effect of Air Flow Rate 28

4.3.4 Effect of Feed Flow Rate 30

V **CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS** 32

5.1 Conclusions 32

5.2 Recommendations 32

REFERENCES 33

APPENDICES 37

Appendix A Experimental Data of Microemulsion Formation 37

Appendix B Experimental Data of Froth Flotation Parameters 39

Appendix C Raw Data of Froth Parameter 41

CURRICULUM VITAE 46

LIST OF TABLE

TABLE		PAGE
A1	Interfacial tension as a function of Alfoterra ($C_{14-15}(PO)_4SO_4Na$) concentration at an oil to water volumetric ratio of 1 : 1	38
B1	Total organic carbon's curve for analyze surfactant concentration	40
C1	The effect of feed surfactant concentration on separation Parameters	42
C2	The effect of NaCl concentration on separation parameters	43
C3	The effect of air flow rate on separation parameters	44
C4	The effect of feed flow rate on separation parameters	45

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Schematic structure of the surfactant molecule monomer	3
2.2	Schematic of an ionic surfactant solution showing monomeric surfactants in solution and adsorbed at the air/water interface and micelle aggregates	4
2.3	Normal micelle and reverse micelle	5
2.4	Demonstration of microemulsion phase behavior for a model system	7
2.5	Schametic of the foam flotation process	9
3.1	Flow diagram of multistage froth flotation	18
4.1	The effect of surfactant and NaCl concentration on interfacial tension (IFT)	21
4.2	The effect of surfactant and NaCl concentration on phase height	21
4.3	Flooding points and operating zones of the multistage froth flotation at a surfactant concentration = 0.01 wt%, foam height = 60 cm and number of stages = 4	22
4.4	Flooding points and operating zones of the multistage froth flotation at a surfactant concentration = 0.02 wt%, foam height = 60 cm and number of stages = 4	23
4.5	Flooding points and operating zones of the multistage froth flotation at a surfactant concentration = 0.05 wt%, foam height = 60 cm and number of stages = 4	23
4.6	Effect of feed concentration on separation efficiency (air flow rate = 50 L/min; feed flow rate = 50 mL/min and NaCl concentration = 1 wt%.)	25

FIGURE **PAGE**

4.7 Effect of of NaCl concentration on separation efficiency (air flow rate = 50 L/min; feed flow rate = 50 mL/min and surfactant concentration = 0.1 wt%) 27

4.8 Effect of air flow rate on separation efficiency (feed flow rate = 50 mL/min; NaCl concentration = 2 wt% and surfactant concentration = 0.1 wt%) 29

4.9 Effect of feed flow rate on separation efficiency (air flow rate = 50 L/min; NaCl concentration = 2 wt% and surfactant concentration = 0.1 wt%) 31