FROTH FLOTATION TO REMOVE CUTTING OIL FROM WASTEWATER

Alweeya Lapee-e

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 974-9937-57-0

Thesis Title: Froth Flotation to Remove Cutting Oil from Wastewater

By: Alweeya Lapee-e

Program: Petrochemical Technology

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej

Prof. John F. Scamehorn

Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit

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:

(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

(Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit)

(Prof. John F. Scamehorn)

(Assoc. Prof.Thirasak Rirksomboon)

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

ABSTRACT

4771002063: Petrochemical Technology Program
Alweeya Lapee-e : Froth Flotation to Remove Cutting Oil from Wastewater
Thesis Advisors: Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, Prof. John F. Scamehorn, and Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit
73 pp. ISBN 974-9937-57-0
Keywords: Froth flotation / Cutting oil removal / Ultra-low interfacial tension / Foam stability

Froth flotation is a surfactant-based separation process suitable for treating dilute oily wastewaters. The objective of this study was to investigate the relationship between the ultra-low interfacial tension (IFT) and the efficiency of cutting oil removal from water by using continuous froth flotation. Branched alcohol propoxylate sulfate, sodium salt (Alfoterra 145-5PO) and sodium bis(2-ethylhexyl) sulfosuccinate (AOT) were used for microemulsion formation. Surfactant concentration, salinity, and oil-to-water ratio were varied in the microemulsion formation experiment in order to determine the compositions required to obtain the ultra-low IFT. The effects of surfactant concentration, salinity, foam height, air flow rate, hydraulic retention time (HRT) and polyelectrolyte on the oil removal were investigated in the froth flotation experiment. From the results, the maximum oil removal efficiency of the froth flotation process did not correspond to the minimum IFT of the system. Foam stability was revealed to be another crucial factor in the froth flotation operation. Sodium dodecyl sulphate (SDS) was added to increase foam stability and foamability in the continuous froth flotation experiment. The system with 0.1 wt% SDS, 5 wt% NaCl, 0.15 L/min air flow rate,30 cm foam height and 60 min HRT gave the maximum oil removal of 96%.

บทคัดย่อ

อัลวียา ลาปีอี : กระบวนการแยกน้ำมันหล่อเย็นออกจากน้ำเสียโดยระบบทำให้ลอยแบบต่อเนื่อง (Froth Flotation to Remove Cutting Oil from Wastewater) อ. ที่ปรึกษา: รศ. ดร. สุเมธ ชวเดช ศ. จอห์น เอฟ สเคม์มีฮอร์น และ รศ. ดร. ปราโมช รังสรรค์วิจิตร 73 หน้า ISBN 974-9937-57-0

กระบวนการทำให้ลอย (froth flotation) เป็นหนึ่งในระบวนการแยกสารโดยสารลดแรงตึงผิวซึ่งเหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของน้ำมันที่เจือจาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงตึงผิวที่มีค่าต่ำมากๆและประสิทธิภาพของการกำจัดน้ำมันหล่อเย็นออกจากน้ำโดยกระบวนการทำให้ลอยแบบต่อเนื่อง สารลดแรงตึงผิวแบบบรานช์ อัลกฮอล์ โพรพรอกซีเลต ซัลเฟต โซเดียม ซอลท์ (Alfoterra 145-5PO) และโซเดียมซัลโฟซัคซิเนต (AOT) ถูกนำมาใช้ในการศึกษาทดลองการเกิดไมโครอิมัลชั่น ปัจจัยของความเข้มข้นสารลดแรงตึงผิว ความเค็ม และอัตราส่วนน้ำต่อน้ำมันได้ถูกศึกษาในการทดลองการเกิดไมโครอิมัลชั่นเพื่อหาสัดส่วนประกอบที่ให้ค่าแรงตึงผิวที่ต่ำมากๆ เพื่อนำไปทดลองต่อในส่วนของกระบวนการทำให้ลอย ในกระบวนการทำให้ลอยได้ทำการศึกษาปัจจัยของความเข้มข้นสารลดแรงตึงผิว ความเค็ม ความสูงของฟอง อัตราการเป่าอากาศ และเวลาเก็บกักต่อการกำจัดน้ำมัน จากผลการทดลอง พบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดน้ำมันสูงสุดไม่ได้สอดคล้องกับค่าแรงตึงผิวระหว่างวัฏภาคต่ำสุด โดยพบว่าความเสถียรของฟองเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อกระบวนการทำให้ลอย ระบบของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ โซเดียมโดเดคซิล ซัลเฟต ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความเสถียรของฟองในกระบวนการทำให้ลอย ความเข้มข้นโซเดียมโดเดคซิล ซัลเฟต 0.1 เปอร์เซ็นต์, ความเข้มข้นของเกลือ 5 เปอร์เซ็นต์, อัตราการเป่าอากาศ 0.15 ลิตรต่อนาที, ความสูงของฟอง 30 เซนติเมตร และเวลากักเก็บ 60 นาที ให้ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันที่สูงที่สุดเท่ากับ 96 เปอร์เซ็นต์

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been a very memorable and valuable experience as well as a lot of knowledge to the author. It would not have been succeeded without the assistance of a number of individuals including organizations. The author would like to thank all of them for making this work a success.

First of all, my great appreciation is also extended to Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej who acted as my Thai advisor for providing many necessary things throughout this work. I would like to thank him for his constant valuable advice and support. This thesis would not have been succeeded without his professional aids.

I would like to express my highly gratefulness to Professor John F. Scamehorn for serving as my US advisor for his guidance, insightful discussion and professional advice throughout my work.

Thank is also offered to Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit, my co-advisor for his encouragement, vigorous assistance, and kindly useful suggestions.

The surfactant (branched alcohol propoxylate sulfate, sodium salt (Alfoterra 145-5PO Sulfate)) used in this research work was supplied by Sasol North America Inc., Texas, USA.

The Petroleum and Petrochemical Technology is also acknowledged for providing all research facilities and a scholarship for the author.

I would like to express my deep appreciation to Ms. Sunisa Watcharasing, a Ph. D. student for her excellent suggestions and encouragements as well as making this research to be a fun filled activity. Besides, I would like to especially thank for her efforts to develop my technical writing style.

I would like to express my sincerely gratitude to all faculties and staff of the Petroleum and Petrochemical College for their kind assistance to facilitate all works.

The expenses of this research work were mainly supported by The Research Units of Applied Surfactants for Separation and Pollution Control, The Ratchadapisek Somphot Fund, Chulalongkorn University, Thailand Research Fund (TRF) and Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology Consortium.

Special thanks go to all PPC Ph.D. students and all PPC friends for their friendly assistance, cheerfulness, creative suggestions, and encouragement. The author had the most enjoyable time working with all of them.

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

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE