ผลของสารเซอร์แฟกแตนต์ต่อการสกัดไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีจากน้ำมันหล่อลื่น

นายจตุรพร บ้านแก่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-007-7

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17254937

EFFECTS OF SURFACTANTS ON EXTRACTION OF ZINC COMPLEX ION FROM LUBRICATING OILS

Mr. Jaturaporn Bankaeng

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-007-7

Thesis Title	Effects of Surfactants on Extraction of Zinc Complex Ion from Lubricating Oils
By	Mr. Jaturaporn Bankaeng
Department	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Ura Pancharoen, D.Eng.Sc.
Thesis Co-advisor	Varaporn Leepipatpiboon, Dr.rer.nat.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University, in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

.....Dean of Graduate School

(Associate Professor Santi Thoongsuwan, Ph.D.)

Thesis Committee

.....Chairman

(Professor Piyasan Praserthdam, Dr. Ing)

.....Thesis Advisor

(Associate Professor Ura Pancharoen, D. Eng.Sc.)

.....Thesis Co-advisor

(Varaporn Leepipatpiboon, Dr.rer.nat.)

.....Member

(Deacha Chatsiriwech, Ph.D.)

.....Member

(Gobboon Lothongkum, Dr.Ing)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

จตุรพร บ้านแก่ง : ผลของสารเซอร์แฟกแตนต์ต่อการสกัดไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีจากน้ำมันหล่อลื่น (EFFECTS OF SURFACTANTS ON EXTRACTION OF ZINC COMPLEX ION FROM LUBRICATING OILS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. อุรา ปานเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. วราภรณ์ ลีพิพัฒน์พิบูลย์, 109 หน้า. ISBN 974-634-007-7

ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสารเซอร์แฟกแตนต์ต่อการสกัดไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นในการทดลองแบบไม่ต่อเนื่องและแบบต่อเนื่อง โดยกระบวนการสกัดแบบของเหลว-ของเหลว ไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีที่ศึกษาคือ ซิงค์ไดอัลคิลไดไธโอฟอสเฟต ทำการศึกษาสารสกัด 10 ชนิด ความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสม และชนิดของสารเซอร์แฟกแตนต์ประเภทประจุลบ 4 ชนิดที่มีผลต่อการเพิ่มเปอร์เซนต์การสกัด จากการศึกษาพบว่าสารสกัดที่เหมาะสมคือ ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ที่ความเข้มข้น 8% โดยน้ำหนัก และสารเซอร์แฟกแตนต์ที่เหมาะสมคือ โซเดียมโดเดคซิลเบนซีนซัลโฟเนต การทดลองแบบไม่ต่อเนื่องทำในภาชนะที่มีการติดตั้งแบฟเฟิลและใบพัด ส่วนการทดลองแบบต่อเนื่องทำในเครื่องสกัดแบบมีแรงกวนที่เป็นหอสกัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. สูง 150 ซม. ปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ อิทธิพลของความเร็วรอบของมอเตอร์ ความเข้มข้นของสารเซอร์แฟกแตนต์ อัตราส่วนโดยปริมาตรของสารละลายสกัดต่อสารป้อน และความเข้มข้นเริ่มต้นของไอออนเชิงซ้อนของสังกะสี โดยประสิทธิภาพของการสกัดสามารถเปรียบเทียบได้จากค่าเปอร์เซนต์การสกัด

จากผลการทดลองพบว่า สารเซอร์แฟกแตนต์ประเภทประจุลบ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีโดยอาศัยคุณสมบัติการเกิดเป็นไมเซลล์ ความเร็วรอบของมอเตอร์ในระบบที่ทำการศึกษาไม่มีผลต่อเปอร์เซนต์การสกัด แต่การเพิ่มความเข้มข้นของสารเซอร์แฟกแตนต์จะเพิ่มเปอร์เซนต์การสกัดและให้ค่าเปอร์เซนต์การสกัดสูงสุดที่ความเข้มข้นของสารเซอร์แฟกแตนต์มีค่าเท่ากับ 8% โดยน้ำหนัก ที่อัตราส่วนของสารละลายสกัดต่อสารป้อนเท่ากับ 1 ต่อ 1 จะให้เปอร์เซนต์การสกัดสูงสุดและเปอร์เซนต์การสกัดจะลดลงเมื่อสัดส่วนโดยปริมาตรของสารป้อนเพิ่มขึ้น ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีประมาณ 100 ถึง 200 ส่วนในล้านส่วน ให้เปอร์เซนต์การสกัดสูงสุดและลดลงเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีเพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C616809 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: SURFACTANT/ ZINC COMPLEX ION/ LUBRICATING OILS/ LIQUID-LIQUID EXTRACTION
JATURAPORN BANKAENG : EFFECTS OF SURFACTANTS ON EXTRACTION OF ZINC COMPLEX ION FROM LUBRICATING OILS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. URA PANCHAROEN, D.Eng.Sc. THESIS CO-ADVISOR : VARAPORN LEEPIPATPIBOON, Dr.rer.nat. 109 pp. ISBN 974-634-007-7

The effects of surfactants on the extraction of zinc complex ions from lubricating oils were studied in both batch and continuous processes by liquid-liquid extraction. Zinc dialkyl dithiophosphate was used as the zinc complex ion. The percentage of extraction for ten types of extractant were compared. After varying concentrations of the extractant, it was found that 8% wt/wt of diammonium hydrogen phosphate gave the best results and was chosen as the extracting solution. Four types of anionic surfactant were also studied. As a results, sodium dodecyl benzene sulfonate (SDBS) was selected as a suitable surfactant for the system. Batch process was carried out in a baffled vessel equipped with a pitch blade turbine and continuous process was performed in 9 cm. ID, 150 cm long agitated extraction column. The effects of agitator speed, surfactant concentration, phase volume ratio (volume fraction of extracting solution:volume fraction of oil), and initial zinc concentration on extraction were studied. To consider the efficiency of the extraction, the percentage of extraction was calculated.

From the results, the anionic surfactant could improve the percentage of extraction of the zinc complex ions by means of a micellar phenomena. It was found that the extraction did not depend on agitator speed. The percentage of extraction increased with the surfactant concentration when varied from 1 to 8% wt/wt. The concentration of 8% wt/wt offered the highest percentage of extraction. For consideration of initial zinc concentration, using a phase ratio of 1:1 and initial zinc concentration of 100 to 200 ppm gave the highest percentage of extraction. This decreased with increased initial zinc concentration.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต Jaturaporn Bankaeng

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม Varaporn Leepipatpiboon

ACKNOWLEDGMENT

The author wishes to sincerely thank and express his gratitude to his advisor, Assoc. Prof. Dr. Ura Pancharoen and co-advisor, Dr. Varaporn Leepipatpiboon for the invaluable advice and guidance throughout his research work.

Sincere thanks are extended to Mrs. Rattana In-ochanon and all staff in PTT Laboratory, Mr. Chayuth Temnitikul and all staffs in Castrol Laboratory for kindness assistance. The author also thanks Castrol (Thailand) Co., Ltd. and Kao Industrial (Thailand) Co., Ltd. for supporting base oil and surfactant, respectively.

The author also thanks Prof. Dr. Piyasan Praserthdam, Dr. Decha Chatsiriwech, and Dr. Gobboon Lothongkum who serve as committee members.

Furthermore, he wishes to thank all technicians at the Chemical Engineering laboratory, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University for their technical advice.

Finally, he wishes to convey his most sincere gratitude to all members of his family and his friends for their spiritual and sincere support.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENTS

Page

ABSTRACT IN THAI.....iv

ABSTRACT IN ENGLISH.....v

ACKNOWLEDGMENT.....vi

LIST OF TABLES.....viii

LIST OF FIGURES.....xi

NOMENCLATURE.....xiii

CHAPTER 1 INTRODUCTION.....1

The objectives of this study.....2

The scope of this study.....3

CHAPTER 2 THEORY.....4

2.1 Liquid-liquid extraction.....4

2.2 Surfactant.....17

CHAPTER 3 LITERATURE REVIEW.....30

CHAPTER 4 EXPERIMENTS.....35

CHAPTER 5 RESULTS AND DISCUSSION.....41

CHAPTER 6 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....74

REFERENCES.....76

APPENDIX.....80

VITA.....96

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

2.1 Advantages and disadvantages of different extraction equipment....11

2.2. Relationship between HLB value and dispersion behavior....26

2.3 HLB ranges and their general areas of application....26

5.1 K value of various types of extractant....44

5.2 K value of various concentrations of diammonium hydrogen phosphate....44

5.3 K value of various types of surfactant....48

5.4 K value at various SDBS concentration without extractant....48

5.5 K value of extraction solution consisting of various types of surfactant and ammonium persulfate....51

5.6 K value of extracting solution consisting of various SDBS concentrations and ammonium hydrogen phosphate....51

5.7 K value at various agitator speeds in batch process....59

5.8 K value at various agitator speeds in continuous process....59

5.9 K value at various SDBS concentrations in batch process ...64

5.10 K value at various SDBS concentrations in continuous process....64

5.11 K value at various phase ratios in batch process....68

5.12 K value at various phase ratios in continuous process....68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.13 K value at various initial zinc concentrations in batch process.....68

5.14 K value at various initial zinc concentrations in continuous process.....68

A.1 Zinc content and %Extraction of various of extractant.....82

A.2 Zinc content and %Extraction at various concentrations of diammonium hydrogen phosphate.....82

A.3 Zinc content and %Extraction of various types of surfactant....83

A.4 Zinc content at various SDBS concentrations without extractant in batch process.....83

A.5 %Extraction at various SDBS concentrations without extractant in batch process.....84

A.6 Zinc content and %Extraction of extracting solution consisting of various types of surfactant and ammonium persulfate.....84

A.7 zinc content and %Extraction of extracting solution consisting of various SDBS concentrations and diammonium hydrogen phosphate.....85

A.8 Zinc content and %Extraction at various agitator speeds in batch process.....85

A.9 Zinc content at various SDBS concentration in batch process..86

A.10 %Extraction at various SDBS concentration in batch process..86

A.11 Zinc content at various phase ratios in batch process.....87

A.12 %Extraction at various phase ratios in batch process.....87

A.13 Zinc content at various initial zinc concentrations in batch process.....88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A.14 %Extraction at various initial zinc concentrations in batch process.....88

A.15 Zinc content at various agitator speeds in continuous process.....89

A.16 %Extraction at various agitator speeds in continuous process.....89

A.17 Zinc content at various SDBS concentration in continuous process.....90

A.18 %Extraction at various SDBS concentration in continuous process.....90

A.19 Zinc content at various phase ratios in continuous process.....91

A.20 %Extraction at various phase ratios in continuous process.....91

A.21 Zinc content at various initial zinc concentrations in continuous process.....92

A.22 %Extraction at various initial zinc concentrations in continuous process..... 92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

2.1. Single schematic of countercurrent liquid-liquid extraction....5

2.2 Select chart for liquid-liquid contactors....8

2.3 Typically agitated column....10

2.4 Single and multiple-stage arrangements....16

2.5 Structural molecule of surfactant....18

2.6 Spherical micelle formation....21

2.7 Characteristic of binding metal ion of micelle....21

2.8 Plot amount of material-solubilized as a function of concentration of the surfactant in the bulk phase....24

2.9 Solubilized molecule in core of micelle....25

2.10 Ultimate fate of emulsion relates to colloidal stability....29

4.1 Schematic of batch system 39

4.2 Schematic diagram of continuous system....40

5.1 %Extraction at various types of extractant 42

5.2 %Extraction at various concentration of diammonium hydrogen phosphate....43

5.3 %Extraction at various types of surfactant....46

5.4 %Extraction at various SDBS concentrations....47

5.5 %Extraction of extracting solution consisting of various types of surfactant and ammonium persulfate....49

5.6 %Extraction at various SDBS concentrations with diammonium hydrogen phosphate....50

5.7 Structure of ZDDP....53

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.8 Structural mechanism of the extraction reaction.....55
5.9 %Extraction at various agitator speeds in batch process.....57
5.10 %Extraction at various agitator speeds in continuous process.....58
5.11 %Extraction at various SDBS concentrations in batch process.....62
5.12 %Extraction at various SDBS concentrations in continuous process.....63
5.13 %Extraction at various phase ratios in batch process.....66
5.14 %Extraction at various phase ratios in continuous phase....67
5.15 %Extraction at various initial zinc concentrations in batch process.....70
5.16 Relationship between initial zinc concentration and final zinc concentration in batch process.....71
5.17 %Extraction at various initial zinc concentration in continuous process.....72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NOMENCLATURE

E	=	extraction factor
F	=	mass flow rate of feed
K	=	distribution coefficient
S	=	mass flow rate of solvent
X	=	mass fraction

superscript

I	=	the first phase
II	=	the second phase
F	=	feed phase
S	=	solvent phase

subscript

0	=	initial stage
1	=	the first stage
2	=	the second stage
N	=	the Nth stage
∞	=	the infinity stage

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย