COMPETITIVE REMOVAL OF MIXED HEAVY METALS FROM WATER BY MULTISTAGE FOAM FRACTIONATION

Chanoknun Pongruang

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,
Case Western Reserve University, and Institut Français du Pétrole
2015

Thesis Title:	Competitive Removal of Mixed Heavy Metals from Water by Multistage Foam Fractionation
By:	Chanoknun Pongruang
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisor:	Prof.Sumaeth Chavadej

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

..... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

.....

(Prof. Sumaeth Chavadej)

.....

(Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit)

.....

(Dr. Veerapat Tantayakom)

ABSTRACT

5671004063: Petrochemical Technology Program
Chanoknun Pongruang: Competitive Removal of Mixed Heavy Metals from Water by Multistage Foam Fractionation.
Thesis Advisor: Prof. Sumaeth Chavadej 94 pp.
Keywords: Foam fractionation/ Heavy metal/ Sodium dodecyl sulfate

In this study, a continuous multistage ion foam fractionation column with 5 bubble-cap trays will be employed to study the removal of (i) individual heavy metal including cadmium (Cd), copper (Cu) and nickel (Ni) and (ii) mixed heavy metals at a low concentration (10 mg/L). Sodium dodecyl sulfate (SDS) will be used as foam generator. In order to achieve a maximum process performance, several parameters affecting the separation performance will be investigated including SDS/Cd ratio, foam height, operating parameters—feed flow rate and air flow rate. The separation efficiency will be evaluated in terms of enrichment ratio, recovery or removal percentage, and separation factor. The system has operated at an air flow rate of 80 dm^3/min and a feed flow rate of 60 mL/min, located in the operational zone, were selected to run the multistage ion foam fractionation column and a lowest feed SDS/Cd molar ratio of 8/1. An increase in feed SDS/Cd molar ratio enhanced significantly the removal of heavy metal ions. Under the optimum operational conditions, the studied multistage ion foam fractionation system was able to remove single heavy metal ions greater than 99 %. For mixed heavy metal, The highest separation efficiency of each heavy metal (the SDS recovery ~ 90%, the heavy metal removal ~ 90%) was obtained at a foam height of 60 cm, an air flow rate of 80 dm^3/min, and a feed flow rate of 60 mL/min. For the mixed heavy metal system operated under the same optimum conditions, the selective separation of heavy metals was in orders of Cd > Cu > Ni because of larger ions preferentially adsorbed because its outer secondary hydration water molecules are more easily to be lost when interacting with the negatively charged head group of SDS adsorbed at the interface.

บทคัดย่อ

ชนกนันท์ พงษ์เรื่อง : การแข่งขันการแยกของโลหะหนักผสมในน้ำโดยกระบวนการแยกโฟมและไอออนแบบลำดับส่วนต่อเนื่อง (Competitive Removal of Mixed Heavy Metals from Water by Multistage Foam Fractionation) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. สุเมธ ชวเดช 94 หน้า

ในการศึกษานี้ คอลัมน์สัดส่วนฟองไอออนหลายขั้นตอนแบบต่อเนื่องที่มีถาดประกอบด้วยถ้วยฟองถูกนำมาใช้เพื่อแยกไอออนแคดเมียมจากน้ำที่มีความเข้มข้น(1) โลหะหนักชนิดเดียว ประกอบด้วย แคดเมียม(Cd), ทองแดง(Cu), นิกเกิล(Ni) และ (2) โลหะหนักผสม ในระดับต่ำ (10 มก./ล.) และโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต (SDS) ถูกใช้สร้างฟอง ในการทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะสูงสุดในรูปของอัตราส่วนการกำจัด แฟคเตอร์การแยก และแฟคเตอร์ที่เหลือของโลหะหนัก ระบบต้องถูกควบคุมให้มีการขนถ่ายในแบบดูดซับสูงสุดด้วยมีการขนถ่ายแบบของเหลวต่ำสุด ในการเพิ่มของอัตราส่วนโมล SDS ต่อแคดเมียมในน้ำสามารถเพิ่มการกำจัดไอออนแคดเมียมอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้สภาวะการทำงานที่เหมาะสม ระบบที่ศึกษาสามารถแยกไอออนโลหะหนักชนิดเดียวได้สูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกรณีโลหะหนักผสมพบว่าระบบที่ศึกษาสามารถแยกโลหะผสมได้สูงกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาพบว่าการเลือกของการแยกไอออนโลหะหนักผสมมีผลดังนี้ แคดเมียมมากกว่าทองแดงและมากกว่านิกเกิล

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is dedicated to my beloved parents who have gone forever from my life but will stay constantly in my memory.

I had never dreamt of attending Master program until one day in April, 2015 when I met Prof. Sumaeth Chavadej by chance. No one still knows whether good or bad on this way but I would like to give appreciative thanks to him who encouraged me to my project. I would like to give deeply grateful thanks for the great opportunity and support. It's my honour to work with and learn so great lessons, ranging from lifestyle to academic subject, from him. Without such the good and generous advisor, this book is not possible to be finished.

Without aid of PPC staffs, this work cannot be done successfully. I would like to thank all PPC staffs. Among my senior and my friends, I would like to mention my best senior, Miss Paweena Kanokkarn, who has made an invaluable to this work, in my memory. Lastly, thanks to the earth for providing natural resources and energy for this work.

This research work was partially supported by Chulalongkorn University (CU-56-900-FC).

In addition, I would like to convey thankfulness for the partial scholarship and partial funding of the thesis work provided by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, Thailand and The Center of Excellence for Petroleum, on Petrochemical and Materials Technology, Thailand for providing laboratory facilities.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**