KINETICS OF MIXED-ION METAL ADSORPTION IN A PACKED ION-EXCHANGE COLUMN

Ms. Prapaphun Jiravaraphun

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,
and Case Western Reserve University
2002

ISBN 974-03-1573-9

Thesis Title	:	Kinetics of Mixed-Ion Metal Adsorption in a Packed Ion-Exchange Column
By	:	Ms. Prapaphun Jiravaraphun
Program	:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors	:	Dr. Pomthong Malakul
		Asst. Prof. Pramoch Rangsunvigit
		Prof. James O. Wilkes

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

K. Bunyakiat. ..... College Director

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

..... (Dr. Pomthong Malakul)

Pramoch R. ..... (Asst. Prof. Pramoch Rangsunvigit)

James O. Wilkes ..... (Prof. James O. Wilkes)

Kitipat Siemanond ..... (Dr. Kitipat Siemanond)

..... (Dr. Sirirat Jitkarnka)

ABSTRACT

4371016063 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM

Prapaphun Jiravaraphun: Kinetics of Mixed-Ion Metal Adsorption in a Packed Ion-Exchange Column.

Thesis Advisors: Prof. James O. Wilkes, Dr. Pomthong Malakul and Asst. Prof. Pramoch Rangsunvigit, 107 pp. ISBN 974-03-1573-9

Keywords : Ion-Exchange/ Kinetics Adsorption/ Cation Exchange Resin/ Fixed-Bed/ Modeling Ion Exchange

The adsorption kinetics of metal ions on a strong-acid cation resin (Dowex50-x8) from mixed-ion solutions of Ca^{2+}/ Mg^{2+}/ H^{+} were investigated in both batch and fixed-bed operations. From batch adsorption experiments, the relationship between the concentrations of metal ions on the resin (q^e) and in the solution (c^e) at equilibrium was developed and the adsorption rate constant (K) was determined. From column dynamic studies in the absence of metal adsorption, the packed column was found to be best as described by a small CSTR connected in series with an ideal PFR. By combining the adsorption parameters with the flow characteristics, the mathematical model was completed and then used to predict the adsorption in a mixed-ion system of Ca^{2+} and Mg^{2+} in fixed-bed operation. The model was shown to adequately describe the metal adsorption in the mixed-ion system. The competitive adsorption of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions in a mixed-ion system was also examined. Both batch and column results revealed that Ca^{2+} ions were preferentially adsorbed by the Dowex50-x8 resin. The adsorption rate and adsorbed amount at equilibrium of Ca^{2+} ions were higher than those of Mg^{2+} ions while the desorption rate and desorbed amount of Ca^{2+} ions were significantly lower during regeneration.

บทคัดย่อ

ประภาพรรณ จิรวราพันธ์ : จลนพลศาสตร์ของการดูดซับโลหะผสมในคอลัมน์แลกเปลี่ยนอิออนแบบฟิกเบด (Kinetics of Mixed-Ion Metal Adsorption in a Packed Ion-Exchange Column) อ.ที่ปรึกษา : ศ. เจมส์ โอ วิลส์ (Prof. James O. Wilkes), ดร. ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา และ ผศ. ดร. ปราโมช รังสรรค์วิจิตร 107 หน้า ISBN 974-03-1573-9

งานวิจัยนี้ศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับของการแลกเปลี่ยนอิออนโลหะผสมระหว่างแคลเซียมอิออนและแมกนีเซียมอิออนบนเรซินที่อิ่มตัวอยู่ในรูปกรด (Dowex50-x8) ซึ่งได้ทำการทดลองทั้งระบบแบบกะ (Batch) และ ระบบคอลัมน์แบบฟิกเบด (Fixed-Bed) สำหรับแบบจำลองที่ใช้อธิบายการดูดซับของอิออนโลหะผสมในคอลัมน์แบบฟิกเบดนั้นได้พัฒนามาจากความสัมพันธ์ดังนี้: ส่วนแรกคือ ค่าตัวแปรของการดูดซับ ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของโลหะอิออนในเรซินและในสารละลายที่สมดุล (q^e และ c^e) และค่าคงที่ของอัตราการดูดซับ (K) โดยค่าตัวแปรต่างๆ เหล่านี้ได้มาจากการทดลองแบบกะ ส่วนที่สองคือ ลักษณะการไหลของของเหลวในคอลัมน์แบบฟิกเบดที่ปราศจากการดูดซับ ซึ่งพบว่าคอลัมน์นั้นสามารถจำลองด้วยการรวมตัวของ CSTR ขนาดเล็ก 1 ตัว และ PFR 1 ตัว เมื่อรวมความสัมพันธ์ข้างต้นนี้ จะได้แบบจำลองซึ่งสามารถใช้คาดเดาพฤติกรรมการดูดซับของโลหะผสมในคอลัมน์แบบฟิกเบดได้ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการแข่งขันการดูดซับระหว่างแคลเซียมอิออนและแมกนีเซียมอิออนในสารละลายโลหะผสม จากการทดลองพบว่า เรซินที่อิ่มตัวอยู่ในรูปกรด (Dowex50-x8) ชอบดูดซับแคลเซียมอิออนมากกว่าแมกนีเซียมอิออน อัตาการดูดซับและปริมาณอิออนที่ถูกดูดซับที่สมดุลของแคลเซียมอิออนมีค่ามากกว่าแมกนีเซียมอิออน นอกจากนี้ระหว่างที่ทำการชะล้างเพื่อที่จะนำเรซินกลับมาใช้ใหม่ (Regeneration) พบว่าอัตราการคายอิออน และปริมาณที่อิออนคายออกมาจากเรซินของแคลเซียมอิออนมีค่าต่ำกว่า

ACKNOWLEDGEMENTS

This work gave me a very memorable and enjoyable experience. This thesis could not have been possible without the assistance of graceful people.

First of all, I would like to express my deepest gratitude to my advisors, Professor James O. Wilkes, for his constructive criticism, reliable suggestions, and encouragement throughout the course of my work.

Out of sense of gratefulness, I would like to express my graceful thanks to Dr. Pomthong Malakul, my Thai advisor, for all the time his contributed to my work, for providing esteemed recommendations, insightful discussion and proofreading the thesis. He also teaches me for the valuable thing.

I would like to thank Dr. Pramoch Rangsunvigit, my co-advisor, for his admirable support and helpful guidance. He also is proofreading the thesis.

I would also like to acknowledge Dr. Kittipat and Dr. Sirirat for their kind advice and serving on my thesis committee.

I wish to extend my profundity for all professors who furnished the plenty of learning to me at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University.

I would like to express my sincere appreciation to all of my friends and Ph.D. student for their assistance and useful discussions, funny recreations, and taking care of me throughout two years of my education. Furthermore, I would like to thank the Petroleum and Petrochemical College's staff for their helpful assistance and warm support.

Finally, I would like to express my whole-hearted gratitude for the gratitude for the greatest love and support which I received all of my life from my family.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER PAGE

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES