ADSORPTION KINETICS OF AN ION EXCHANGE COLUMN

Mr. Manat Manantapong

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
and Case Western Reserve University
1997

ISBN 974-636-043-4

Thesis Title : Adsorption kinetics of an Ion Exchange Column

By : Mr. Manat Manantapong

Program : Petrochemical Technology

Thesis Advisors : Prof. James O. Wilkes

Dr. Sumaeth Chavadej

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

.... Director of the college

(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee

....

(Prof. James O. Wilkes)

....

(Dr. Sumaeth Chavadej)

....

(Dr. Thirasak Rirksomboon)

ABSTRACT

##951005: PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM

KEYWORD: ION EXCHANGE/KINETICS ADSORPTION ION EXCHANGE / CATIONIC ION EXCHANGE RESIN/ION EXCHANGE RESIN/MODELING ION EXCHANGE/DATA ACQUISITION/LABTECH NOTEBOOK /RATE EXCHANGE.

MANAT MANANTAPONG : ADSORPTION KINETICS OF AN ION EXCHAGE COLUMN : PROF. JAMES O. WILKES AND DR.SUMAETH CHAVADEJ 84 pp ISBN 974-636-043-4

The behavior of exchange of Na^+ ions for H^+ ions on strongly-acid cation resin (Dowex 50) was studied in a packed column. Operating variables such as the inlet concentration and the flow rate of sodium chloride solution strongly influence the rate of ion exchange. The characteristics of the flow in the column were examined using a no-adsorption experiment, and the kinetics of adsorption were determined from batchwise experiments. The rate of ion exchange based on a relative volatility concept was successful for describing the experimental rate. Numerical method were employed for solving the equations. Labtech Notebook software was used for data acquisition.

บทคัดย่อ

มนัส มานันตพงศ์: กลไกการดูดซับของ การแลกเปลี่ยนอิออนในคอลัมน์ (Adsorption kinetics of an Ion Exchange Column) อ.ที่ปรึกษา :ศ.ดร. เจมส์ โอ วีลค์ และ ดร. สุเมธ ชวเดช 84หน้า ISBN 974-636-043-4

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของ การแลกเปลี่ยนอิออนในคอลัมน์ของ โซเดียมอิออน สำหรับไฮโดรเจนอิออน บนเรซินที่มีประจุบวกและชอบกรดแก่(Dowex 50) ตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง เช่น ความเข้มข้นเริ่มต้นและอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ มีอิทธิพลสูงมากต่ออัตราการแลกเปลี่ยนอิออน ลักษณะการไหลของของเหลวในคอลัมน์ได้ทำการตรวจสอบโดยการทดลองแบบไม่มีการดูดซับ การศึกษาพลจลนศาสตร์ของการดูดซับไดใช้การทดลองแบบกะ(Batch) อัตราการแลกเปลี่ยนอิออนที่คำนวณได้โดยอาศัยหลักการของของการระเหยสัมพัทธ์(Relative Volatility) มีความสมเหตุสมผลในการกล่าวถึง อัตราของการแลกเปลี่ยนอิออนที่ได้จากการทดลอง การประมาณการทางคณิตศาสตร์เชิงตัวเลข (Numerical Approximation) ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในสมการที่เกี่ยวข้อง โปรแกรมสำเร็จรูป Labtech Notebook ได้นำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการบรรลุข้อมูล(Data Acquisition)

ACKNOWLEDGMENTS

There are numerous groups and individuals whose assistance was crucial to the completion of this work. First of all, the author would like to express his heart-felt gratitude to Professor James O. Wilkes, who acted as his advisor, for providing valuable suggestions and constructive comments throughout this research work. The author also thanks Dr. Sumaeth Chavadej for his advice and helpful suggestions. The author would like to extend his sincere appreciation to Mr.Pablo L. Lavalle for his kindness and suggestions for the equipment setup and Labtech Notebook installation and to acknowledge USAID University Development Linkage Project (UDLP) for financial support at the University of Michigan to carry out part of the research work. The National Research Council of Thailand is also acknowledged for providing a partial grant to support this research work. Finally, the author would like to pay tribute to his father and mother, Somboon and Aree Manantapong, for their love, infinite patience and moral support.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER		PAGE

LIST OF FIGURES

FIGURES **PAGE**

NOTATION

Symbol	Definition
c_1, c_2	Concentration of Na^+ ion in solution leaving the CSTR, meq/ml.
c_0	Entering concentration of Na^+, meq/ml.
h	H^+ concentration in the solution leaving the column, meq/ml.
h_e	H^+ concentration in solution at equilibrium, meq/ml.
h_m	H^+ concentration measured by pH electrode, meq/ml.
H	Height of fluidized bed, cm
H_0	The height of packed bed, cm
k_1	Rate constant, s^{-1}
k_2	Relative volatility coefficient, dimensionless
k_L	Resistance constant in liquid phase
k_R	Resistance constant in resin phase
K	Equilibrium constant
q	Concentration of Na^+ ion in the resin, meq/ml. of resin
q_s	Concentration of Na^+ ion on the surface of resin, meq/ml. of resin
q_0	Total exchange capacity, meq/ml. of resin

t	Time, s
t_r	Residence time in plug-flow volume, s
v	Volumetric flow rate of solution, ml/s
V_1	Total volume of CSTR, ml
V_2	Total volume of plug-flow volume, ml
V_R	Volume occupied by the resin bed in the column, ml
V_L	Volume occupied by the liquid bed in the column, ml
α_e	Constant in the response-time model for the pH electrode, s^{-1}
Δt	Time step used in finite-difference approximation, s
ε	Bed void fraction
ε_0	The compacted value of void fraction, 0.41, dimensionless