การหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของก๊าซไหลผ่านแพคเบดโมเลคิวลาร์ซีฟคาร์บอน

นาย ชูเกียรติ ชัยฤทธิเลิศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีปิโตรเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-105-8

DETERMINATION OF DISPERSION COEFFICIENTS FOR GAS FLOW THROUGH A MOLECULAR SIEVE CARBON PACKED BED

Mr. CHUKIAT CHAILITILERD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
PROGRAM OF PETROCHEMICAL TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHULALONGKORN UNIVERSITY
1990

ISBN 974-577-105-8

Thesis Title	DETERMINATION OF DISPERSION COEFFICIENTS FOR GAS FLOW THROUGH A MOLECULAR SIEVE CARBON PACKED BED
By	Mr. Chukiat Chailitilerd
Department	Petrochemical Technology
Thesis Advisor	Associate Professor Woraphat Arthayukti, D.Ing.

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

.... Dean of Graduate School
(Professor Thavorn Vajarabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

.... Chairman
(Associate Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D.)

.... Thesis Advisor
(Associate Professor Woraphat Arthayukti, D.Ing.)

.... Member
(Associate Professor Shooshat Barame, D.Ing.)

.... Member
(Associate Professor Kanchana Trakulcoo, Ph.D.)

ชูเกียรติ ชัยฤทธิเลิศ : การหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของก๊าซไหลผ่านแพคเบดโมเลคิวลาร์ซีฟคาร์บอน (DETERMINATION OF DISPERSION COEFFICIENTS FOR GAS FLOW THROUGH A MOLECULAR SIEVE CARBON PACKED BED) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วรพัฒน์ อรรถยุกติ , 154 หน้า . ISBN 974-577-105-8

งานวิจัยนี้มุ่งหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของก๊าซในท่อดูดซับขนาดเล็ก โดยเน้นถึงอิทธิพลจากขนาดอนุภาคเฉลี่ยระหว่าง 0.4919 - 0.9861 มิลลิเมตร และขนาดท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.216 - 0.450 นิ้ว

ในการทดลองครั้งนี้ใช้เทคนิคการฉีดสารติดตามแบบพัลส์ แล้วศึกษาการกระจายของเรสิเดนซ์ไทม์ของสารติดตาม(ก๊าซมีเทน)ในกระแสก๊าซโพรเพน ซึ่งไหลผ่านท่อที่บรรจุด้วยอนุภาคขนาดเล็กของโมเลคิวลาร์ซีฟคาร์บอนขนาด 3 อังสตรอม โดยปราศจากการดูดซับของก๊าซทั้งสอง จากวิธีโมเมนต์ได้วิเคราะห์หาพารามิเตอร์การกระจายตัวของเรสิเดนซ์ไทม์และสัมประสิทธิ์การกระจายตัว สำหรับอนุภาคขนาดต่าง ๆ และเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ

ผลการทดลองพบว่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวที่หาได้นั้นมีระดับขนาดเดียวกับสัมประสิทธิ์การแพร่เชิงโมเลกุล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะการไหลเป็นการไหลแบบลูกสูบ นอกจากนี้ข้อมูลยังระบุว่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวเพิ่มขึ้นในขณะที่ขนาดอนุภาคเล็กลง แต่สัมประสิทธิ์การกระจายตัวนี้จะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของขนาดท่อ

ภาควิชา ..สหสาขาวิชาปิโตรเคมี-โพลีเมอร์..........
สาขาวิชา .....เทคโนโลยีปิโตรเคมี.........................
ปีการศึกษา ....2532..........

ลายมือชื่อนิสิต ....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....

CHUKIAT CHAILITILERD : DETERMINATION OF DISPERSION COEFFICIENTS FOR GAS FLOW THROUGH A MOLECULAR SIEVE CARBON PACKED BED . THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. WORAPHAT ARTHAYUKTI , D.Ing. , 154 pp . ISBN 974-577-105-8 .

This study involves the measurement of axial dispersion coefficient in small gas adsorption column as a function of adsorbent particle size (average diameter between 0.4919 - 0.9861 mm) and column diameter (0.216 - 0.450 in ID) .

An experimental method based on a pulse tracer injection was used to obtain residence time distributions of a methane tracer gas in a stream of propane gas passing through a packed column filled with small particles of molecular sieve carbons 3 Å which do not adsorb either of the gases . A method of moments was then used to measure average residence times and axial dispersion coefficients for several adsorbent particle sizes and column diameters .

The results indicate that axial dispersion coefficients obtained have the same order of magnitude as molecular diffusion coefficients indicating that flow is essentially plug flow for practical purposes . The data indicates that axial dispersion increases with decreasing particle size and the data also indicate that axial dispersion has a tendency to increase with column diameter .

ภาควิชา ......สหสาขาวิชาปิโตรเคมี - โพลิเมอร์.....
สาขาวิชา ....เทคโนโลยีปิโตรเคมี..............
ปีการศึกษา ....2532......

ลายมือชื่อนิสิต ....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....

ACKNOWLEDGEMENT

I wish to express my deepest and most sincere gratitude to Dr. Woraphat Arthayukti , my thesis advisor , for his invaluable advice , support , constant encouragement and constructive comments towards the various stages of my work . I am also grateful for his untiring efforts in helping me polish this study despite his busy time . All of his guidances laid a strong foundation in my academic career .

My appreciation likewise goes to Dr. Pattarapan Prasassarakich , the chairman of my thesis committee , and Dr. Kanchana Trakulcoo as well as Dr. Shooshat Barame , members of my thesis committee , for their helpful criticisms and suggestions which greatly improved this study .My appreciation also goes toward Dr. Chatchawan Surasavadi and Dr.Jirdsak Tscheikuna for their advice on gas chromatography equipment modifications used in this study .

The knowledge and inspiration that I gained during my stay in Chulalongkorn University I owe to the faculty members who have either taught or given me advice and I would like to extend a feeling of indebtness I have for them .

Special thanks are extended to my friends , especially , Mr. Rak Pattanavibul who expressed consistant willingness to assist me during times of difficulty .

Words are inadequate to express my innermost feeling of gratitude to my mother , Mrs. Somjai Chailitilerd , for her love , sacrifices , dedication , understanding , patience and encouragement which were indispensable in the completion of this thesis . To my mother , this work is affectionately dedicated .

CONTENTS

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE PAGE

LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE PAGE

LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE PAGE

LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE PAGE

LIST OF FIGURES (continued)

NOTATIONS

A	Cross sectional area
C	Fluid concentration
C_+	The concentration of reactant in the well - mixed fore section
C_-	The concentration of reactant in the well - mixed aft section
C_e	Tracer concentration in the effluent stream
C_f	The concentration of the reactant in the feed
C_i	Tracer concentration in the influent stream
$\tilde{D}$	Dispersion coefficient in all direction , cm^2/sec
D_m	Molecular diffusivity , cm^2/sec
d_p	Particle diameter , cm
$\overline{d_p}$	Average particle diameter , cm
d_t	Tube diameter , cm
E_z	Axial dispersion coefficient , cm^2/sec
e	Cell mixing efficiency
F	Fraction of a particle diameter equal to a perfect mixing length
f	Fraction of back - flow fluid
H(s)	Transfer function in Laplace domain
$H(j\omega)$	Transfer function in Frequency domain
k	Proportionality constant

L	length of test section , cm
M	$uL/2E_z$
M'	Amount of miscible tracer
N	number of mixers
n_p	number of perfect mixers , L/Fd_p
Pe	Peclet number based on particled diameter , ud_p/E_z
Pe_L	Peclet number based on bed length , uL/E_z ,dimensionless
Pe'_∞	Peclet number at perfect mixing
Q	Fluid volumetric flow rate
Q'	Tracer rate
r_c	Chemical reaction
Re	Reynolds number based on particle diameter , $Ud_p\rho/\mu$, dimensionless
S	Laplace domain variable
S'	Source term
Sc	Schmidt number based on molecular diffusivity , ν/D_m , dimensionless
t	time , sec
u	Superficial velocity of fluid , cm/sec
u_i	Interstitial velocity of fluid , cm/sec
V	Vessel volume
V_+	Volume of well - mixed aft section
x	Distance parameter in Einstein model
z	distance along the column

Δz	L/N

Greek Letter

ϵ	Void fraction , dimensionless
τ	Bed tortuosity factor
μ	Bulk viscosity of fluid , g/cm*sec
ρ	Bulk density of fluid , g/ml
σ^2	Variance of time concentration curve , dimensionless
β	Constant
∇	Gradient of vectors
τ	Dimensionless mean residence time
Φ	Minimum summation of square of theoretical and experimental deviation value
$\bar{\mu}$	Mean residence time
θ	Holding time
θ_n	Cell holding time
θ_p	Perfect mixing time
θ_D	Diffusion time constant