แบบจำลองทางพลศาสตร์แบบแบ่งส่วน
สำหรับหอกลั่นชนิดหลายองค์ประกอบ

นาย วารินทร์ เอี่ยมธีระไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-792-5

530

DYNAMICS COMPARTMENTAL MODEL FOR MULTICOMPONENT DISTILLATION

Mr. Warin Iamteerapaiboon

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the requirements

of the Degree of Master of Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-792-5

Thesis Title	:	Dynamics Compartmental Model for Multicomponent Distillation
By	:	Mr. Warin Iamteerapaiboon
Department	:	Chemical Engineering
Thesis Advisor	:	Jirdsak Tscheikuna, Ph.D.
Thesis Coadvisor	:	Nopparat Yoswatthana, Ph.D.

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

Santi Thoongsuwan .... Dean of Graduate School
(Associate Professor Santi Thungsuwan, Ph.D.)

Thesis Committee

Piyasarn Prasertdham .... Chairman
(Professor Piyasarn Prasertdham, Ph.D.)

Jirdsak Tscheikuna .... Thesis Advisor
(Jirdsak Tscheikuna, Ph.D.)

N. Yoswatthana .... Thesis Coadvisor
(Nopparat Yoswatthana, Ph.D.)

K. Sukanjnajtee .... Member
(Associate Professor Kroekchai Sukanjnajtee, Ph.D.)

C517339 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: DYNAMIC COMPARTMENTAL MODEL / MULTICOMPONENT DISTILLATION

WARIN IAMTEERAPAIBOON : DYNAMICS COMPARTMENTAL MODEL FOR MULTICOMPONENT DISTILLATION. THESIS ADVISOR : JIRDSAK TSCHEKUNA, Ph.D. THESIS CO ADVISOR : NOPPARAT YOSWATTHANA, Ph.D., 224 PP. ISBN 974-584-792-5.

A dynamic compartmental model for multicomponent distillation based on the reduced order technique is applied to a selected actual column, the Debutanizer of Bangchack Petroleum Industry.

In the compartmental method, the dynamic behaviour of the column is obtained after the dynamic simulation has been identified with the aid of computer software. A design case of the column, Debutanizer, is used as an initial condition. The present application results, ±15% step changes in feed flow rate, shows that the dynamic responses for bottom, top, and each intermediate stages have an accuracy, not higher than 17% deviation, against a full-order model, which has been calculated by the existing steady state program (PRO II), at the same conditions. Furthermore, the comparison of the compartment's selection, four-and five-compartment, are also given a different of 3%.

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express his sincere thanks to Dr. Jirdsak Tscheikuna, thesis advisor, and Dr. Nopparat Yoswatthana, thesis coadvisor, for their excellent guidance and extreme assistance toward the completion of the thesis. Thanks are due to the thesis committee, Professor Piyasarn Prasertdham and Associate Professor Kroekchai Sukanjnajtee for their constructive comments.

Bangchak Petroleum Industry Company Limited has provided a lot of useful data for thesis evaluation. Thanks for Miss Kallaya Klaithong and all people in the company who have contributed to the accomplishment of the work. The assistant scholarship of The Shell Company of Thailand Limited and assistant financial of the Graduate School, Chulalongkorn University are greatly appreciated as well.

Most of all, the author would like to express the highest gratitude to his parents, brother, and sister for their inspiration and encouragement.

วารินทร์ เอี่ยมธีระไพบูลย์ : แบบจำลองทางพลศาสตร์แบบแบ่งส่วนสำหรับหอกลั่นชนิดหลาย-องค์ประกอบ (DYNAMICS COMPARTMENTAL MODEL FOR MULTICOMPONENT DISTILLATION) อ. ที่ปรึกษา : ดร.เจิดศักดิ์ ไชยคุนา , อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. นพรัตน์ ยศวัฒน , 224 หน้า. ISBN 974-584-792-5.

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางพลศาสตร์แบบแบ่งส่วนสำหรับหอกลั่นชนิดหลาย-องค์ประกอบ โดยการประยุกต์เทคนิคการลดอันดับเพื่อใช้ในการคำนวณ โดยเลือกทำการวิเคราะห์หอกลั่นดีบิวทาไนเซอร์ของโรงกลั่นน้ำมันบางจากปิโตรเลียม

จากหลักการของการแบ่งส่วน สามารถคำนวณพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของหอกลั่นโดยการพัฒนาบนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ การศึกษาเปลี่ยนแปลงทางพลศาสตร์ใช้สภาวะเริ่มต้นจากข้อมูลการออกแบบหอกลั่นดีบิวทาไนเซอร์ และทำการเปลี่ยนอัตราการไหลของสายป้อนเพิ่มขึ้นและลดลงครั้งละ 15% ผลของ-การเปลี่ยนแปลงทางพลศาสตร์ที่ได้ของชั้นล่าง ชั้นบน รวมทั้งชั้นที่อยู่ระหว่างกลางให้ค่าที่ถูกต้องใกล้เคียงกับแบบจำลองเต็มรูปแบบซึ่งคำนวณจากโปรแกรมการคำนวณหอกลั่นที่สภาวะคงตัว (PRO II) โดยมีค่าเบี่ยง-เบนไม่เกิน 17% นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างการแบ่งส่วนทั้งแบบ 4 ส่วน และ 5 ส่วน พบว่ามีความแตกต่างกันอยู่เพียง 3%

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต วารินทร์ เอี่ยมธีระไพบูลย์

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

CONTENTS

CONTENTS (Continued)

CONTENTS (Continued)

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES (Continued)

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES (Continued)

NOMENCLATURES

LATIN CAPITAL AND LOWERCASE LETTERS

A, B	Parameters in Redlich-Kwong equation; parameters in Soave-Redlich-Kwong equation
A1, A2, A3	Constants in Antoine vapor pressure equation
a	Activity of a component in a mixture
a, b	Constants in van der Waals equation; constants in Redlich-Kwong equation; constants in Soave-Redlich-Kwong equation
C	Number of components in a mixture
C1, C2	Integration constants
C_P	Molal specific heat
D	Distillate flow rate
E	Murphee plate efficiency based on the vapor phase
F	Feed flow rate
G	Gibbs free energy
h	Liquid enthalpy per mole
H	Vapor enthalpy per mole
K	Vapor-liquid equilibrium ratio (K-value)
L	Liquid flow rate; liquid flow rate in rectifying section
M	Liquid mass hold up; molecular weight
n	Number of mole; number of component
N	Number of stage
P	Pressure

Q	Heat transfer rate
R	Universal gas constant
S	Sidestream flow rate; entropy
T	Temperature
U	Internal energy
V	Vapor flow rate; volume; vapor flow rate in rectifying section
ν	Specific volume
x	Mole fraction in liquid phase
y	Mole fraction in vapor phase
y*	Vapor mole fraction in equilibrium with liquid composition leaving stage
Z	Compressibility factor
z	Mole fraction

GREEK LETTERS

ω	Acentric factor
γ	Activity coefficient
μ	Chemical potential
ρ	Density
f	Fugacity
ϕ	Fugacity coefficient of a component in mixture
f°	Fugacity of a pure species
λ	Heat of vaporization
$\bar{\nu}$	Partial molal volume
υ°	Pure species fugacity coefficient

SUBSCRIPTS

D	Distillate
F	Feed
G	Gas
L	Liquid phase
S	Sidestream
V	Vapor phase
i	Particular component; at phase interface
i, j	Particular component i in a stream leaving stage j