# การสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และทำออปติไมเซชัน ของหอกลั่นหลักที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน



นายพลชม จันทร์อุไร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-881-8

# COMPUTER MODELLING AND OPTIMIZATION
# OF AN EXISTING OIL REFINERY TOPPING COLUMN

Mr. Polshom Chan-urai



A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1986

ISBN 974-566-881-8

| | |
|---|---|
| Thesis Title | Computer Modelling and Optimization of An Existing Oil Refinery Topping Column |
| By | Mr. Polshom Chan-urai |
| Department | Chemical Engineering |
| Thesis Advisor | Associate Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D. |

---

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

..........................................Dean of Graduate School

(Associate Professor Sorachai Bhisalbutra)

Acting Associate Dean for Academic Affairs

for

Acting Dean of the Graduate School

Thesis Committe

..........................................Chairman

(Assistant Professor Chairit Satayaprasert)

..........................................Member

(Associate Professor Sutham Vanichaseni)

..........................................Member

(Associate Professor Kroekchai Sukanjanatee)

..........................................Member

(Associate Professor Wiwut Tanthapanichakoon)

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และทำออปติไมเซชันของหอกลั่นหลักที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน |
| ชื่อนิสิต | นายพลชม จันทร์อุไร |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล |
| ภาควิชา | วิศวกรรมเคมี |
| ปีการศึกษา | 2528 |

## บทคัดย่อ

แบบจำลองของหอกลั่นน้ำมันดิบที่มีจริงแห่งหนึ่งได้ถูกสร้างขึ้นโดยใช้แนวความคิดของการกลั่นสารผสมเทียมแฝงหลายชนิด(pseudomulticomponent) น้ำมันดิบจะถูกแบ่งเป็นส่วนประกอบ(fractions) ที่มีคุณสมบัติต่างกันชัดเจนจำนวน 39 ส่วน ในขั้นตอนแรกได้ทำการกำหนดหออุปมานเชิงทฤษฎี(theoretical analogue) ของหอกลั่นจริง ปรากฏว่าผลการคำนวณของหอกลั่นอุปมานนั้น สอดคล้องอย่างดีพอควรกับข้อมูลที่ได้จากหอกลั่นจริง รวมทั้งอุณหภูมิของแต่ละชั้นและเส้นแสดงจุดเดือดจริงของการกลั่นของทุก ๆ ผลิตภัณฑ์ที่แยกได้ วิธีที่ใช้แก้แบบจำลองได้ปรับปรุงมาจากวิธีของนิวตัน-ราฟสัน ต่อไป ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ จำลองผลการกลั่นน้ำมันดิบที่สภาวะอัตราส่วนการป้อนกลับและอุณหภูมิการแฟลชต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบเงื่อนไขการทำงานทั้งหมดที่ไม่ได้ให้ผลิตภัณฑ์ที่ผิดรายละเอียดคุณภาพ เพื่อหาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมที่สุดในแง่การเพิ่มกำไรรวม

| | |
|---|---|
| Thesis Title | Computer Modelling and Optimization of An Existing Oil Refinery Topping Column |
| Name | Mr. Polshom Chan-urai |
| Thesis Advisor | Associate Professor Wiwut Tanthapanichakoon |
| Department | Chemical Engineering |
| Academic Year | 1985 |


## ABSTRACT

An actual topping column has been modeled using the concept of pseudomulticomponent distillation. The crude oil is divided into 39 fractions of distinct properties. A theoretical analogue of the actual column is first determined. The simulated results of the analogue column are found to agree reasonably well with the actual data, including the plate temperatures and the TBP distillation curves of the fractionated products. The modified 2N-Newton-Raphson method is used in the simulation. Next the present computer program was used to simulate the crude distillation at various reflux ratio and flash temperatures. Then all operating conditions that did not yield off-specification products were compared to find an optimum condition that most improved the overall profit.

# ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his sincere appreciation to Associate Professor Wiwut Tanthapanichakoon for his invaluable advice and comments to this study. Thanks also to Associate Professor Sutham Vanichseni, Assistant Professor Chairit Satayaprasert, and Associate Professor Kroekchai Sukanjanatee for serving on the thesis committee. In particular the author wishes to thank to the Thai Government for the financial support. Finally, the author is indebted to her parents for their encouragements.

Polshom Chan-urai

May, 1986.

# TABLE OF CONTENTS

Page

LIST OF TABLES

Page

# LIST OF FIGURES

Page

# NOMENCLATURES

$A_{ji}$ = Absorption factor

c = Total number of components

$C_i$ = Component material balance matrix

F = Column vector in total material balances, Eq.(29)

$f_i$ = Column vector in component material balances, Eq.(43)

$F_0, F_j$ = Equilibrium function, Eqs.(54,56)

$FS_i$ = Stripping steam flow rate, lb mol/h

$G_j$ = Enthalpy balance function, Eq.(59)

$h_{ji}$ = Component liquid enthalpy, Btu/lb mol

$H_{ji}$ = Component vapor enthalpy, Btu/lb mol

H = $J^{-1}$,used in Broyden algorithm

J = Jacobian matrix

$K_{ji}$ = Ideal solution K-value

$l_{ji}$ = Component liquid flow rate, lb mol/h

$L_j$ = Total liquid flow rate, lb mol/h

N = Total number of theoretical stages

NW = Sidestream withdrawal plate

NV = Plate below which vapor stream from sidestripper is returned

NP = Pumparound withdrawal plate

NQ = Plate to which liquid-pumparound stream is returned

NF = Feed plate

NT = Bottom plate of main column

NTOP = Top plate of sidestripper

NBOT = Bottom plate of sidestripper

| | | |
|---|---|---|
| $p_c$ | = | Partial pressure of water, psia |
| $P_j$ | = | Pressure above plate j, psia |
| $Q_j$ | = | j-th plate head load, Btu/h |
| $R_j$ | = | Mole ratio factor, Eq.(18) |
| s | = | Step size |
| $T_B$ | = | Average boiling point, R |
| $T_j$ | = | j-th plate temperature, C |
| **T** | = | Total material balance matrix |
| $v_{ji}$ | = | Component vapor flow rate, lb mol/h |
| $V_j$ | = | Total vapor flow rate, lb mol/h |
| $w_{ji}$ | = | Component sidestream flow rate, lb mol/h |
| $W_0, W_j$ | = | Total sidestream flow rate, lb mol/h |
| **x** | = | Column vector in Newton-Raphson equation, Eq.(66) |
| **y** | = | Vector of functional values, Eq.(75) |
| $\theta_j$ | = | Flow ratio multiplier, Eq.(16) |

Subscripts

| | | |
|---|---|---|
| a | = | Assumed value |
| i | = | Component number (for water, = c) |
| j | = | Stage number |
| k | = | Calculation trial number |