748

การจำลองพลศาสตร์ และการควบคุมหอกลั่น

นายอรรณพ ลิ่มไพบูลย์

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-472-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16759288 X

SIMULATION OF DISTILLATION COLUMN DYNAMICS AND CONTROL

Mr. Unnop Limpaiboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-472-1

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

Thesis Title	Simulation of Distillation Column Dynamics and Control
By	Mr. Unnop Limpaiboon
Department	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Dr. Montree Wongsri, D.Sc.
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Thamrongrat Mungcharoen, Ph.D.

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

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

Thesis Committee

Piyasan Praserthdam
.....Chairman
(Professor Piyasan Praserthdam, Dr.Ing.)

Montree Wongsri
.....Thesis Advisor
(Dr. Montree Wongsri, D.Sc.)

.....Thesis Co-Advisor
(Assistant Professor Thamrongrat Mungcharoen, Ph.D.)

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

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

อรรณพ ลิ่มไพบูลย์ : การจำลองพลศาสตร์ และการควบคุมหอกลั่น (SIMULATION OF DISTILLATION COLUMN DYNAMICS AND CONTROL) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.มนตรี วงศ์ศรี, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร. ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ , 68 หน้า. ISBN 974-632-472-1

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์หลักเพื่อสร้างโปรแกรมจำลองพลศาสตร์ และการควบคุมหอกลั่น โดยใช้ภาษาซี โปรแกรมประกอบด้วยโครงสร้างของการควบคุมหลายแบบ ระบบหอกลั่นจะกลั่นแยกสารไฮโดรคาร์บอน 2 สาร ตัวแปรที่ต้องการควบคุมคือ สัดส่วนโดยโมลของสารเบาในผลิตภัณฑ์ที่ออกมาด้านบนหรือด้านล่างหอกลั่น ระดับของเหลวในหอป้อนกลับ และระดับของเหลวที่ด้านล่างหอกลั่น โปรแกรมการจำลองที่ได้จะมีส่วนเมนูหน้าจอที่จะติดต่อกับเม้าส์ เพื่อช่วยในการเปลี่ยนข้อมูลและใช้งานโปรแกรม ผลที่ได้จากการรันโปรแกรมจะแสดงในรูปกราฟ โปรแกรมที่ได้ ได้ทดสอบความถูกต้องกับโปรแกรมสำเร็จรูปชื่อ HYSIM ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณที่สภาวะคงตัว อุณหภูมิแต่ละเทรย์ของหอกลั่นที่ได้จากทั้งสองโปรแกรมมีความแตกต่างไม่เกิน 3 องศาฟาเรนไฮต์

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C617036 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: SIMULATION/DYNAMICS/DISTILLATION/CONTROL/COLUMN
UNNOP LIMPAIBOON : SIMULATION OF DISTILLATION COLUMN DYNAMICS AND CONTROL, THESIS ADVISOR : DR.MONTREE WONGSRI, THESIS CO-ADVISOR : ASSIST.PROF. THAMRONGRAT MUNGCHAROEN, 68 pp. ISBN 974-632-472-1

A simulation program of distillation column dynamics and control is, written in C language, the main objective of this thesis. Various types of control configurations to be studied can be selected from the program. A binary system of a distillation column is developed for hydrocarbon substances. The controlled variables are mole fraction of the light component in distillate or bottom product, the reflux accumulator level and the column base level. In the simulation program, a graphical user interface is incorporated to help a user change the operating data and run the program via the mouse click. The results of the calculation are shown in graphic mode. Finally, the program is verified using HYSIM software, and the deviation of temperature profile is found to be within 3 degree Farenheits.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to express his gratitude to Dr. Montree Wongsri, his advisor, for his greatest guidance, valuable help, suggestions and supervision during this study. He wishes to give his gratitude to Assistant Professor Thamrongrat Mungcharoen, his co-advisor, for his guidance, his kind help and encouragement. He is also grateful to Professor Piyasan Praserthdam, and Associate Professor Kroekchai Sukanjanajtee for serving as chairman and members of the thesis evaluating committee, respectively.

Finally, the author would like to give his greatest thanks to his parents and everyone in his family and his colleague for their continuous support and encouragement throughout this study.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENT

PAGE

ABSTRACT (THAI)..... IV

ABSTRACT (ENGLISH)..... V

ACKNOWLEDGMENTES..... VI

LIST OF TABLES..... VIII

LIST OF FIGURES..... IX

CHAPTER

1. INTRODUCTION..... 1
2. DYNAMIC MODEL OF DISTILLATION COLUMN..... 5
3. DISTILLATION COLUMN CONTROL..... 22
4. NUMERICAL METHOD AND SIMULATION EXAMPLE..... 40
5. DCS: DISTILLATION CONTROL SIMULATION..... 47
6. MODEL VERIFICATION..... 60
7. SUMMARY AND RECOMMENDATIONS..... 65

REFERENCES..... 67

VITA..... 68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

3.1 Control configurations for conventional columns..... 25
5.1 Control Structures in this work..... 53
6.1 Thermodynamics comparison between the proposed model vs HYSIM 60
6.2 The proposed model vs HYSIM package comparison i-butane/n-butane splitter..... 61
6.3 The proposed model vs HYSIM package comparison i-butane/n-butane splitter-Tray Temperature Profile..... 62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGTURE PAGE

2.1 Integration block diagram.... 8
2.2 Distillation tray model.... 9
2.3 Column base model.... 11
2.4 Condenser and reflux accumulator model.... 13
2.5 Murphree vapor phase stage efficiency.... 19
3.1 Configuration 1 for distillation control.... 26
3.2 Configuration 2 for distillation control.... 27
3.3 Configuration 3 for distillation control.... 28
3.4 Configuration 4 for distillation control.... 29
3.5 Configuration 5 for distillation control.... 30
3.6 Configuration 6 for distillation control.... 31
3.7 Configuration 7 for distillation control.... 32
3.8 Configuration 8 for distillation control.... 33
4.1 Newton-Raphson convergence.... 42
4.2 Distillation column.... 43
4.3 Flow diagram of simulation.... 45
5.1 Menu-driven Interface.... 48
5.2 FEED conditions menu.... 49
5.3 The basic distillation column with five control valves.... 50
5.4 Control Structure 1.... 51
5.5 Control Structure 2.... 51
5.6 Control Structure 3.... 52
5.7 Control Structure 4.... 52
5.8 Window screen of Simulation.... 54
5.9 Submenu of FEED.... 55
5.10 Submenu of DISTURBANCE.... 56

5.11 Four types of input disturbance..... 56
5.12 Case I results of simulation..... 58
5.13 Case II results of simulation..... 58
5.14 Case III results of simulation..... 59
6.1 Temperature profile comparison between the proposed model vs HYSIM. 64

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย