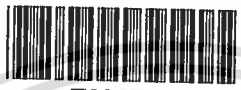


การคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในหอกลั่น

Simulation of Light Hydrocarbon in Distillation Column



T096746



นางสาวนภาพร อรุณชะเดช
นายวรพงษ์ เพิ่มน้ำทิพย์

ป.พ.
๗ 1971
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 96746
วัน,เดือน,ปี..... 4 2003

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ


เรื่อง

การคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเบาในหอกลั่น
Simulation of Light Hydrocarbon in Distillation Column

โดย

นางสาวนภาพร อรุณยะเดช
นายวรพจน์ เพิ่มน้ำทิพย์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


(ศศิวิทย์ อมพันธ์)

19 / 20 / 45

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

()

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้เลือกกระบวนการกลั่นแยกของสารผสม ระหว่างเฮกเซนและออกเทน ในหอกลั่นที่มีจำนวนชั้น 11 ชั้น โดยที่ชั้นที่ 1 เป็นเครื่องควบแน่น (Total condenser) และชั้นที่ 11 แทน รีบอยเลอร์ (Reboiler) โดยต้องการศึกษาผลของการเปลี่ยนตำแหน่งของชั้นฟีด (Feed) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังนี้ ที่ตำแหน่งชั้น 8 , 9 และ 10 พร้อมทั้งศึกษาผลของการปรับค่าของรีฟลัก (Reflux ratio) ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสัดส่วนโมลขององค์ประกอบเบา (เฮกเซน) ของหอ กลั่น รวมทั้ง ศึกษาผลของการที่มีของผสมที่สายฟีดที่ส่วนผสมต่าง ๆ กัน ได้ 3 กรณี คือ (1.) เฮกเซน 40 % ,(2.) เฮกเซน 50 % ,และ (3.) เฮกเซน 60 % ป้อนที่ตำแหน่งฟีดที่ชั้น 10 นอกจากนี้เมื่อเปลี่ยนค่ารีฟลัก (Reflux ratio) การศึกษานี้ยังได้ตรวจสอบค่าปริมาณของความร้อนที่ป้อนเข้าที่ตำแหน่งรีบอยเลอร์ (Reboiler) พบว่า เมื่อปริมาณของค่ารีฟลัก (Reflux ratio) เพิ่มขึ้น ปริมาณความร้อนที่ใส่เข้าไปที่รีบอยเลอร์ (Reboiler) จะเพิ่มตามด้วย



นาย วรพจน์ เพิ่มนี้ทิพย์
 หน.ส. พจนานุกรม ๐๖๓๒๕๑๑๘

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

๑๙ ส.ค. ๕๕ -

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอสัมมนาในหัวข้อเรื่อง การคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเบนโนในหอกันสำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผศ.ดร. รุจิรา ตาปราบ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า ที่กรุณาตลอดเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำให้คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยแนะนำและช่วยให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี



นางสาวภาพร อรุณยะเดช
นายวรพงษ์ เพิ่มน้ำทิพย์
10 มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่2 ทฤษฎี	
● ทฤษฎี	3
● ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	10
บทที่3 การคำนวณและผลการคำนวณ	12
3.1 Flow chart การคำนวณ	13
3.1.1 แผนภูมิและขั้นตอนการเขียน โปรแกรมหอกถัน	14
3.1.2 แผนภูมิและขั้นตอนในส่วนต่างๆ	15
● Flow diagram of condenser	15
● Flow diagram of Rectifying section	16
● Flow diagram of feed tray	17
● Flow diagram of Stripping	18
● Flow diagram of Reboiler	19
3.2 ผลการทดลอง	20
3.2.1 ผลของตำแหน่งของชั้นฟีด(Feed)ของหอกถัน	20
3.2.2 ผลของอัตราฟลักต่างๆ(Reflux ratio) ของหอกถัน	27
3.2.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสายฟีด(Feed)ของหอกถัน	36
3.3 สรุป	41
เอกสารอ้างอิง	43
Appendix A	44
Appendix B	45
Appendix C	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)เข้าเป็นชั้นที่ 8	20
ตารางที่ 2 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)เข้าเป็นชั้นที่ 9	22
ตารางที่ 3 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)เข้าเป็นชั้นที่ 10	24
ตารางที่ 4 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดอัตราฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.5	27
ตารางที่ 5 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดอัตราฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.8	29
ตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดอัตราฟลัก(Reflux ratio)เป็น 1	31
ตารางที่ 7 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดค่าสัดส่วน โมลของสายฟีด(Feed)เข้าเป็น 0.4	36
ตารางที่ 8 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดค่าสัดส่วน โมลของสายฟีด(Feed)เข้าเป็น 0.6	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 หอกลิ้น	3
ภาพที่ 2 สมดุลของมวลของเพลทคอลัมน์	5
ภาพที่ 3 แผนภาพสมดุลของเพลท n	6
ภาพที่ 4 ภาพแบบจำลองหอกลิ้นที่ทำการออกแบบเพื่อใช้ศึกษา	11
ภาพที่ 5 แผนภูมิและขั้นตอนการเขียนโปรแกรม	14
ภาพที่ 6 แผนภาพการคำนวณในส่วนเครื่องควบแน่น	15
ภาพที่ 7 แผนภาพการคำนวณในส่วน Redtifying	16
ภาพที่ 8 แผนภาพการคำนวณในชั้น Feed	17
ภาพที่ 9 แผนภาพการคำนวณในส่วน Stripping	18
ภาพที่ 10 แผนภาพการคำนวณใน Reboiler	19
ภาพที่ 11 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 3)	20
ภาพที่ 12 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 8)	21
ภาพที่ 13 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 8)	21
ภาพที่ 14 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 9)	22
ภาพที่ 15 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 9)	23
ภาพที่ 16 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 9)	23
ภาพที่ 17 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 10)	24
ภาพที่ 18 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 10)	25
ภาพที่ 19 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด(Feed)ที่ชั้น 10)	25
ภาพที่ 20 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบเมื่อเปลี่ยนชั้นฟีด(Feed)	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
ภาพที่ 21 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.5)	27
ภาพที่ 22 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของ ไอกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.5)	28
ภาพที่ 23 แสดง โพร ไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.5)	28
ภาพที่ 24 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.8)	29
ภาพที่ 25 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของ ไอกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.8)	31
ภาพที่ 26 แสดง โพร ไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 0.8)	30
ภาพที่ 27 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 1)	31
ภาพที่ 28 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของ ไอกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 1)	32
ภาพที่ 29 แสดง โพร ไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)เป็น 1)	32
ภาพที่ 30 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลว เมื่อเปลี่ยนแปลงอัตรารีฟลัก(Reflux ratio)	33
ภาพที่ 31 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเมื่อเปลี่ยนแปลง อัตรารีฟลัก(Reflux ratio)	34
ภาพที่ 32 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Energy reboiler และ อัตรารีฟลัก(Reflux ratio)	35
ภาพที่ 33 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด(Feed)ที่มีเฮกเซน 40%)	36
ภาพที่ 34 แสดง โพร ไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของ ไอกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด(Feed)ที่มีเฮกเซน 40%)	37
ภาพที่ 35 แสดง โพร ไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด(Feed)ที่มีเฮกเซน 40%)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
ภาพที่ 36 แสดงโพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด(Feed)ที่มีเฮกเซน 60%)	38
ภาพที่ 37 แสดงโพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด(Feed)ที่มีเฮกเซน 60%)	39
ภาพที่ 38 แสดงโพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด(Feed)ที่มีเฮกเซน 60%)	39
ภาพที่ 39 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วน ในสายของสายของเหลวกับอัตราส่วน ของปริมาณ hexane ในสายฟีด(Feed)	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในการคำนวณองค์ประกอบในแต่ละเฟสภายในหอกลั่นเป็นงานที่ซับซ้อน เนื่องจากการกลั่น มีความสัมพันธ์กับการถ่ายเทมวลสารและพลังงาน โดยมีพื้นฐานการคำนวณมาจากทางอุณหพลศาสตร์วิศวกรรม ในการคำนวณ จำนวนสมการและตัวแปรที่ไม่ทราบค่ามีเป็นจำนวนมาก ทำให้การคำนวณในบางครั้งต้องใช้การวนรอบเพื่อคำนวณซ้ำจนกระทั่งได้ค่าที่ถูกต้อง ซึ่งใช้เวลานาน

ในการนำโปรแกรมการแปลภาษา (compiler) มาช่วยในการคำนวณค่าองค์ประกอบทางอุณหภูมิจนในแต่ละเฟสซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาได้มากยิ่งขึ้น ทั้งยังสามารถใช้ในการประมาณสภาวะการทำงานเพื่อศึกษาแนวโน้ม เมื่อเปลี่ยนแปลงสภาวะต่าง ๆ ในหอกลั่น

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณ ได้เลือกใช้ภาษาซี (Turbo C++) เนื่องจากผู้เขียนมีความชำนาญในการใช้งาน อีกทั้งในการทำความเข้าใจในตัวโปรแกรมสามารถทำได้ง่าย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลของ Hexane และ Octane ในเฟสของเหลว (Liquid phase) และเฟสไอ (Vapor phase) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งฟีด (Feed)
2. เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลของ Hexane และ Octane ในเฟสของเหลว (Liquid phase) และเฟสไอ (Vapor phase) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่ารีฟลักซ์ (Reflux Ratio)

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การคำนวณองค์ประกอบและอุณหภูมิในแต่ละเฟลทของหอกลับด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้สามารถคำนวณหาองค์ประกอบและอุณหภูมิในแต่ละเฟลทของหอกลับ ได้ถูกต้องแม่นยำ นำไปสู่การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกจากเครื่องควบแน่นและที่รีบอยเลอร์และช่วยลดเวลาในการคำนวณได้มาก และสามารถศึกษาแนวโน้มที่เกิดขึ้นเมื่อทำการปรับสภาพต่าง ๆ ในการกลั่นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

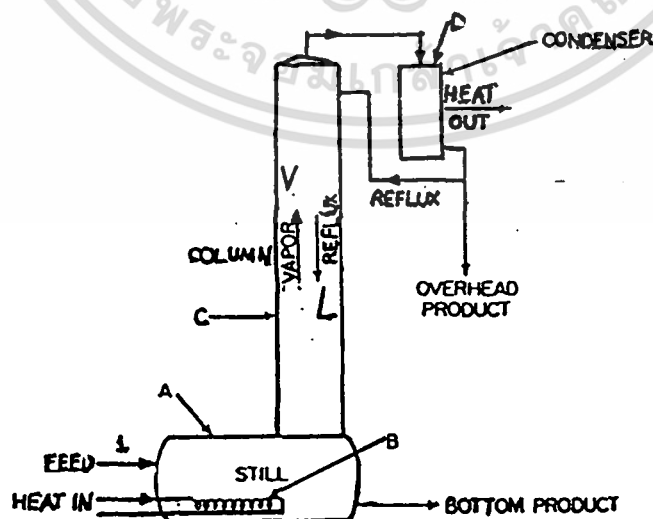
บทที่ 2

ทฤษฎี

การกลั่นเป็นกระบวนการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในของผสมหนึ่ง โดยอาศัยความจริงที่ว่า มีบางองค์ประกอบในของผสมนั้นสามารถกลายเป็นไอได้ง่ายกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่ในของผสมดังกล่าว เมื่อ ไอเกิดขึ้นก็จะมีองค์ประกอบต่าง ๆ เหมือนของผสมเริ่มต้น แต่ในสัดส่วนที่กำหนด โดยความสามารถในการเป็นไอสัมพันธ์ ขององค์ประกอบเหล่านี้ ดังนั้นในเฟสของไอจะมีปริมาณขององค์ประกอบที่กลายเป็นไอนั้นมากกว่าของผสมเริ่มต้น กระบวนการแยกจึงเกิดขึ้น

2.1 ลักษณะของเครื่องกลั่น โดยทั่วไป

ภาพที่ 1 แสดงหอกกลั่นสำหรับการกลั่นแบบต่อเนื่อง ของผสมที่เป็นของเหลวจะป้อนเข้าสู่รีบอยเลอร์ A เพื่อทำการกลั่นอย่างต่อเนื่อง ของเหลวจะเปลี่ยนเป็นไอบางส่วนโดยได้รับความร้อนที่ถ่ายเทจากผิวให้ความร้อน B ไอที่เกิดขึ้นจากรีบอยเลอร์นี้จะมีโลว์บอยเลอร์ (low boiler: องค์ประกอบที่กลายเป็นไอได้ง่ายกว่า) มากกว่าที่มีอยู่ในของเหลวซึ่งยังไม่เป็นไอ โดยที่องค์ประกอบทั้งสองที่มีอยู่ในของผสมต้องมีความสามารถในการเป็นไอแตกต่างกันมาก ถ้าต้องการเพิ่มความเข้มข้นของโลว์บอยเลอร์ในไอ และกำจัดไฮบอยเลอร์ (high boiler: องค์ประกอบที่เป็นไอได้ยากกว่า) จากกระแสของไอ (vapour: V) นี้ กระแส V จากรีบอยเลอร์นี้จะส่งขึ้นไปสัมผัสแบบสวนทางกันกับกระแสของเหลวเดือดที่ตกลงมาในคอลัมน์ C ปกติ กระแสของเหลวนี้ซึ่งมีความเข้มข้นของโลว์บอยเลอร์สูง จะส่งเข้าไปยังหอกกลั่นที่ส่วนบนของคอลัมน์ ของเหลวที่ส่งกลับมายังหอกกลั่นดังกล่าวนี้เรียกว่า รีฟลักซ์ หรือกระแสของของเหลว(L)



ภาพที่ 1 หอกกลั่นซึ่งประกอบด้วยหม้อต้ม ชักลวดให้ความร้อน คอลัมน์ และคอนเดนเซอร์ สำหรับการดำเนินการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรบกวน : McCabe และ Smith (1976) ถึงเจ้าของเอกสาร/ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหอกลับ ถ้ารีฟลักที่ส่งเข้าสู่ส่วนบนของหอกลับนั้นมีอุณหภูมิต่ำ กระแสไอจะทำให้รีฟลักนั้นร้อนขึ้นจนถึงจุดเดือดทันที และตลอดคอลัมน์ C ทั้งของเหลวและไอจะอยู่ที่จุดเดือดและจุดควบแน่นตามลำดับ รีฟลักหรือกระแส L จะต้องมีความเร็วมากกว่าความเข้มข้นสมดุลที่สอดคล้องกับไอที่ออกจากรีบอยเลอร์ เพื่อให้ความเข้มข้นของโลว์บอยเลอร์ ในกระแสไอหรือ V มากขึ้น ดังนั้น ทุกระดับความสูงตลอดคอลัมน์หรือ หอกลับ โลว์บอยเลอร์บางส่วนจะแพร่จากของเหลวไปเป็นไอ การกลายเป็นไอเกิดขึ้นขณะที่ผ่านจากเฟสหนึ่งไปยังอีกเฟสหนึ่ง ความร้อนของการกลายเป็นไอของโลว์บอยเลอร์นี้ได้จากความร้อนที่เกิดขึ้นจากการควบแน่นของไฮบอยเลอร์ในปริมาณที่เท่ากัน โดยไฮบอยเลอร์ก็จะแพร่จากเฟสไอไปเป็นของเหลวเช่นกัน ผลสุดท้ายคือการถ่ายเทไฮบอยเลอร์จากเฟสไอไปยังเฟสของเหลว และถ่ายเทปริมาณโลว์บอยเลอร์จากเฟสของเหลวไปเป็นเฟสไอในปริมาณทางความร้อนที่เท่ากัน ขณะที่กระแสไอขึ้นสู่คอลัมน์ กระแสของไอจะมีโลว์บอยเลอร์มากขึ้นและในขณะที่กระแสของเหลวตกลงมาตามคอลัมน์ปริมาณของไฮบอยเลอร์จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน นั่นคือ การไหลของโลว์บอยเลอร์จำนวนมากนี้จะไหลขึ้น และของไฮบอยเลอร์จะไหลลงมาตามคอลัมน์ อย่างไรก็ตาม ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของไอทั้งหมดจะน้อยเนื่องจากการถ่ายเทของสารระหว่างเฟสใน 2 ทาง

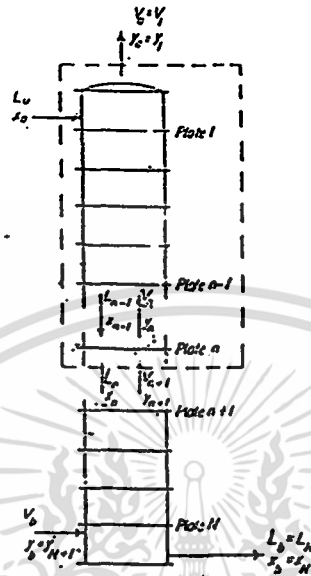
การเพิ่มความเข้มข้นขององค์ประกอบที่สวนขึ้นในกระแสไอขณะที่ผ่านคอลัมน์และสัมผัสกับรีฟลักเรียกว่า เรคทีไฟเคชัน แหล่งของรีฟลักได้จากคอนเดนเซอร์ (ของเหลวที่ได้จากการควบแน่นของไอ) ที่ออกจากคอนเดนเซอร์ D โดยคอนเดนเซอร์บางส่วนจะนำออกไปเป็นผลิตภัณฑ์และที่เหลือจะหมุนเวียนกลับมาที่ส่วนบนของคอลัมน์เป็นรีฟลักซ์ ถ้าสารละลายเอซีไอโทรปไม่เกิดขึ้น ไอที่เข้าสู่คอนเดนเซอร์เกือบเป็นสารบริสุทธิ์ตามต้องการ โดยการใช้หอสูงและรีฟลักจำนวนมาก

ของเหลวที่มีไฮบอยเลอร์อยู่มากจะนำออกจากหม้อต้มที่ด้านล่างและเกือบจะไม่มีองค์ประกอบนี้ติดไปกับผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า overhead product (ภาพที่ 1) ยกเว้นผลิตภัณฑ์เป็นสารละลายเอซีไอโทรป ของเหลวที่ออกจากรีบอยเลอร์ด้านล่างนี้เรียกว่า bottom product ซึ่งสามารถทำให้มีความบริสุทธิ์ของของเหลวนี้เพิ่มขึ้นได้

2.2 การกำหนดเทอมของเพลทซึ่งเป็นขั้นของการสัมผัส

แต่ละเพลทที่มีการสัมผัสของไอและของเหลวในหอกลับจะเรียงลำดับเป็นอนุกรม เริ่มจากปลายด้านหนึ่งในที่นี้จะให้ขึ้นต่าง ๆ เรียงลำดับจากทิศทางการไหลของเฟส L และขึ้นสุดท้ายคือขั้นที่ส่งเฟส L ออกจากหอกลับ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งแสดงลำดับขั้นต่าง ๆ ในหอกลับที่มีทั้งหมด N ขั้น และขั้นสุดท้ายคือขั้นที่ N จะเห็นว่า n ซึ่งเริ่มนับ 1 จากเฟส L ที่เข้าสู่หอกลับจนถึงเพลทที่ n ดังนั้น ขั้นที่อยู่ก่อนเพลท n ในอนุกรมคือขั้นที่ n-1 และขั้นที่ตามหลังเพลทที่ n คือเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ $n+1$ ในการกำหนดกระแส (L หรือ V) และความเข้มข้น (x หรือ y) ที่เกี่ยวข้องกับชั้นของการสัมผัสชั้นหนึ่ง ๆ ทุกกระแสที่เกิดจากชั้นนั้น (นอกจากชั้นนั้น) จะมีตัวห้อยแสดงลำดับชั้นของหน่วยนั้นด้วย เพื่อให้ทราบว่าเป็นกระแสไอหรือกระแสของเหลวซึ่งอยู่ ณ ชั้นใด



ภาพที่ 2. สมดุลของมวลของเหลวกลั่น

ที่มา : McCabe และ Smith (1926)

2.3 เเรกทีพีเคชั้นบนเพลทจินตภาพ

เมื่อพิจารณาเพลทแผ่นหนึ่งในการกลั่น สมมติว่าลำดับของเพลทเรียงจากบนลงล่างเป็นอนุกรม และเพลทที่พิจารณาเป็นเพลทที่ n จากด้านบน ดังในภาพที่ 3 เพลทที่อยู่เหนือเพลทนี้คือเพลทที่ $n-1$ และเพลทที่อยู่ด้านล่างถัดมาคือเพลทที่ $n+1$ ตัวห้อยที่แสดงลำดับของเพลทมักใช้ในทุกปริมาณที่แสดงจุดกำเนิดของปริมาณนั้น

ที่เพลทที่ n จะมีกระแสของไหลที่ไหลเข้า 2 กระแสและไหลออกอีก 2 กระแสดังนี้ กระแสของเหลว L_{n-1} mol/sec จะเข้าสู่เพลทที่ $n-1$ และกระแสของของเหลว L_n mol/sec ไหลลงสู่เพลทที่ $n+1$ เนื่องจากกระแสไอเป็นเฟส V จึงแทนความเข้มข้นขององค์ประกอบที่สนใจด้วย y ส่วนกระแสของของเหลวในเฟส L จึงแทนความเข้มข้นขององค์ประกอบที่สนใจด้วย x นั่นคือความเข้มข้นขององค์ประกอบที่สนใจในกระแสต่าง ๆ ที่เข้าและออกจากเพลทที่ n คือ

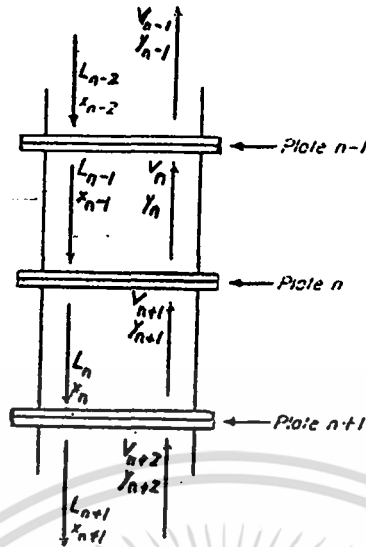
$$y_{n+1} = \text{ไอที่เข้าสู่เพลท}$$

$$x_{n-1} = \text{ของเหลวที่เข้าสู่เพลท}$$

$$y_n = \text{ไอที่ออกจากเพลท}$$

$$x_n = \text{ของเหลวที่ออกจากเพลท}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แผนผังสมดุล ณ เฟสที่ n
ที่มา : McCabe และ Smith (1976)

2.4 การออกแบบและลักษณะการทำงานของเพลทคอลัมน์

การคำนวณในแต่ละชั้นสมดุล (Equilibrium stage) ที่ใช้ภายในเครื่อง ขึ้นตอนสมดุลหนึ่ง นิยามได้ว่า บริเวณที่เฟสของสารผสมสองเฟสไหลเข้ามาผสมกัน และใช้เวลาอยู่ภายในบริเวณนั้น นานพอที่จะไม่มีการถ่ายเทมวลสุทธิ เพราะต้องใช้เวลาาน ดังนั้นชั้นตอนที่ได้จึงเรียกว่า ชั้นตอนจริง (Real stage) สำหรับการคำนวณในการออกแบบหอกลั่นที่มี 2 องค์ประกอบโดยการแก้สมการที่เกี่ยวข้องแต่ละชั้น ทีละชั้น ไปเรื่อย ๆ โดยอาศัยหลักการทั่ว ๆ ไป การวิเคราะห์การทำงานของเพลทคอลัมน์จะใช้สมดุลมวล สมดุลพลังงานและสมดุลของสถานะ

2.4.1 สมดุลของมวลและเส้นสมดุลของมวลหรือเส้นปฏิบัติการ (Material balance and material-balance line or operating line)

เมื่อพิจารณาส่วนของหอกลั่นจากชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ n ซึ่งแสดงขอบเขตด้วยเส้นปะในภาพที่ 3 มวลที่เข้าไปในส่วนนี้ทั้งหมด คือ $L_0 + V_{n+1}$ mol/s และมวลที่ออกจากส่วนนี้ทั้งหมด คือ $L_n + V_0$ mol/s ภายใต้สถานะคงตัว (Steady state) มวลที่เข้าเท่ากับมวลที่ออก

$$L_0 + V_{n+1} = L_n + V_0 \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาเฉพาะองค์ประกอบ hexane ที่สนใจ จำนวน โมลทั้งหมดขององค์ประกอบ hexane ในกระแสนิ่งได้จากผลคูณของอัตราการไหลและสัดส่วนโมลของ hexane ในกระแสนิ่ง ดังนั้นถ้าระบบมี 2 องค์ประกอบ hexane ที่เข้าและออกคือ

$$L_0 x_{0,i} + V_{n+1} y_{n+1,i} = L_n x_{n,i} + V_0 y_{0,i} \quad (2.2)$$

ในการทำงานเดียวกันสมดุลมวลขององค์ประกอบ octane ก็สามารถหาได้เช่นเดียวกัน โดยอาศัยสมการช่วยคือ สมการรวมสัดส่วน โมลดังนี้

$$\sum x_n = 1 = x_{n,i} + x_{n,j} \quad (2.3)$$

$$\sum y_n = 1 = y_{n,i} + y_{n,j} \quad (2.4)$$

สมการ 2.2 ซึ่งเป็นสมดุลของมวลขององค์ประกอบหนึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นในเฟส L ที่ออกจากชั้น n ของหอกถันและ $y_{n,i}$ เป็นความเข้มข้นในเฟส V ที่เข้าสู่ชั้นนั้น ดังนั้นสมการ 2.2 สามารถเขียนใหม่เป็น

$$y_{n+1} = (L_n/V_{n+1}) * x_{n,i} + (V_0 * y_{0,i} - L_0 * x_{0,i}) / (V_{n+1}) \quad (2.5)$$

เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง x_n และ y_{n+1} โดยให้ x_n เป็นค่าในแกน x และค่า y_{n+1} เป็นค่าในแกน y เส้นนี้จะเรียกว่าเส้นปฏิบัติการ (Operating line) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นขององค์ประกอบที่สนใจในกระแสนิ่ง V และ L ที่แต่ละตำแหน่งในกระแสนิ่งไหลสวนทางกันในหอกถัน

เมื่อกำหนดให้ค่า V และ L ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากเฟสหนึ่งไปอีกเฟสหนึ่งและ กำหนดค่า L_n และ V_{n+1} คงที่ จะได้เส้นปฏิบัติการเป็นเส้นตรงโดยมีความชันของกราฟเป็นอัตราส่วนการไหล L ต่อการไหลของเฟส V

2.4.2 อัตราการไหลสุทธิ (net flow rate)

ปริมาณ D_2 เป็นความแตกต่างระหว่างอัตราการไหลของกระแสไอและของเหลวที่เข้าและออกจากด้านบนของคอลัมน์ สมดุลของมวลรอบ ๆ คอนเดนเซอร์คือ

$$D = V_0 - L_0 \quad (2.6)$$

เมื่อ V_0 = อัตราการไหลของไอที่ออกจากส่วนบนของคอลัมน์

L_0 = อัตราการไหลของเหลวที่ไหลเข้าส่วนบนของคอลัมน์

ความแตกต่างระหว่างอัตราการไหลของไอและของเหลวที่ตำแหน่งใด ๆ ในส่วนบนของคอลัมน์จะเท่ากับ D เมื่อพิจารณาส่วนของระบบการถันที่อยู่ภายในกรอบที่ I (Control Surface I) ในภาพที่ 4 จะ ได้

$$D = V_{n+1} - L_n \quad (2.7)$$

ปริมาณ D นี้คือ อัตราการไหลสุทธิของสารที่เคลื่อนที่ขึ้นในส่วนบนของคอลัมน์ ซึ่งมีความแตกต่างของ V และ L คือค่าคงที่ D นอกจากนี้สมดุลขององค์ประกอบ hexane จะ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \cdot x_D = V_o \cdot y_{o,i} - L \cdot x_{o,i} = V_{n+1} \cdot y_{n+1,i} - L_n \cdot x_n \quad (2.8)$$

ปริมาณ $D \cdot x_D$ ก็เป็นอัตราส่วนการไหลสุทธิขององค์ประกอบ hexane ที่เคลื่อนสู่ส่วนบนของคอลัมน์และมีค่าคงที่ตลอดส่วนนี้ของเครื่องมือ

ในส่วนล่างของคอลัมน์อัตราการไหลก็มีค่าคงที่เช่นกันแต่ในทิศทางลงอัตราการไหลของมวลทั้งหมด คือ B และขององค์ประกอบ hexane คือ Bx_B ดังนี้

$$B = L_m - V_{m+1} \quad (2.9)$$

$$B \cdot x_B = L_m \cdot x_{m,i} - V_{m+1} \cdot y_{m+1,i} \quad (2.10)$$

โดยที่ตัวห้อย m ใส่แทนที่ n ในการบ่งบอกเฟลททั่วไปในส่วนสตริปปีงแต่จากสมดุลของมวลทั้งระบบในหอกลั่นตามภาพที่ 4 จะได้

$$F = D + B \quad (2.11)$$

$$\text{หรือ } B = F - D \quad (2.12)$$

สมดุลขององค์ประกอบ hexane

$$F \cdot x_F = D \cdot x_D + B \cdot x_B \quad (2.13)$$

$$\text{หรือ } B \cdot x_B = F \cdot x_F - D \cdot x_D \quad (2.14)$$

ดังนั้น

$$F \cdot x_F - D \cdot x_D = L_m \cdot x_{m,i} - V_{m+1} \cdot y_{m+1,i} \quad (2.15)$$

2.4.3 อัตรารีฟลัก (Reflux ratio : R_D)

อัตรารีฟลัก คือ อัตราส่วนของ Reflux ต่อ Overhead product สมการสำหรับอัตราส่วนคือ

$$R_D = L/D = ((V-D)/D)$$

จากสมการเส้นปฏิบัติการนำมาเขียนจะได้

$$y_{n+1} = [R_D / (R_D + 1)] \cdot x_n + x_D / (R_D + 1) \quad (2.16)$$

จะใช้เป็นเส้นปฏิบัติการของเรกทิไฟอิงคอลัมน์

เมื่อ x_D = ความเข้มข้นที่ต้องการขึ้นกับสภาวะที่ออกแบบ

R_D = อัตรารีฟลักซึ่งเป็นตัวแปรที่สามารถควบคุม โดยการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของรีฟลักซ์สำหรับอัตราการไหลของ D ที่กำหนดให้

2.4.4 สมดุลระหว่างไอและของเหลว (Vapor - Liquid Equilibria)

ในระบบสมดุลระหว่างไอกับของเหลวในบางครั้งมักจะแทนความเข้มข้นขององค์ประกอบด้วยความดันย่อยของส่วนประกอบที่มีอยู่ในของผสม ตามกฎของความดันย่อยของดาลตันและกฎของราอูลท์ (Raoult's Law and Dalton's Law) ดังนี้

$$P_i = P y_i = P x_i \quad \text{จะได้} \quad y_i = P_i / P \quad (2.17)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสารผสมที่มีส่วนประกอบเพียง 2 ตัว จะกลายเป็น $y_j = (1-y_i) = P/P$

เมื่อ P = ความดันรวมทั้งหมด

P_j, P_i = ความดันย่อยของสาร j และ สาร i ตามลำดับ

y_j, y_i = สัดส่วน โมลของสาร j และ สาร i ในเฟสไอตามลำดับ

x_j, x_i = สัดส่วน โมลของสาร j และ สาร i ในเฟสเหลวตามลำดับ

เมื่อทำการปรับสมการใหม่เป็น

$$k = y_j/x_j = P_j/P \quad (2.18)$$

โดยที่ k = equilibrium constant

2.4.5 สมดุลพลังงาน

$$V_{j+1} * H_{j+1,v} + L_{j-1} * h_{j-1,l} = V_j * H_{j,v} + L_j * h_{j,l} \quad (2.19)$$

(ไม่คิดพลังงานศักย์และพลังงานจลน์เนื่องจากมีค่าน้อยมากการคำนวณหาจุดเดือดจะหาได้จากสมการ)

การคำนวณหาจุดเดือดจะหาได้จากสมการ

$$\sum k_j x_j - 1 = 0 \quad (2.20)$$

การคำนวณหาจุดควบแน่นจะหาได้จากสมการ

$$\sum (y_j/k_j) - 1 = 0 \quad (2.21)$$

สมการเอนทาลปีของไอ

$$H_{v,a} = \sum y_{i,a} [(T_j - T_0) (A + B * T + C * T^2 + D * T^3)] / 10^3 \quad ; \quad 1 < a < n \quad (2.22)$$

เมื่อ $H_{v,a}$ = Enthalpy ของสายไอที่เพลทชั้น a , kJ/mol

T_0 = Reference temperature, K

A, B, C, D, E = Constant

$y_{i,a}$ = สัดส่วน โมลขององค์ประกอบที่ i ภายในสายไอ ที่เพลทชั้น a

T = อุณหภูมิ, K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการเอนทาลปีของของเหลว

$$h_{L,a} = \sum x_{i,a} \left[(A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D \cdot T^3) (T - T_0) / 10^3 \right] ; 1 < a < n \quad (2.23)$$

เมื่อ $h_{L,a}$ = Enthalpy ของสายของเหลวที่เฟลทชั้น a , kJ/mol

T_0 = Reference temperature , K

A ,B ,C ,D = Constant

$x_{i,a}$ = สัดส่วน โมลขององค์ประกอบที่ i ภายในสายของเหลว ที่เฟลทชั้น a

T = อุณหภูมิ , K

สมการความดันไอของ Antoine

$$\ln P_i = A - B/(C+T)$$

เมื่อ P_i = ความดันไอของสารประกอบใด ๆ , mmHg

A ,B ,C = ค่าคงที่

T = อุณหภูมิ , K

2.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. ศึกษาทฤษฎีหอกลิ้นและศึกษาคุณสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเบาที่เลือกมาทำการทดลอง
2. สร้างแบบจำลองของหอกลิ้นและกำหนดทิศทางการเข้าและออก ในแต่ละเฟลทของสายไอและสายของเหลวที่เข้าสู่หอกลิ้นและภายในหอกลิ้น
3. กำหนดค่าตัวแปรในกระบวนการกลั่นและคุณลักษณะของหอกลิ้น ดังนี้
 - 3.1 สภาวะและตำแหน่งของเฟลทที่ฟีด (Feed) เข้า (F, x_F)
 - 3.2 ความดันรวมภายในคอลัมน์
 - 3.3 สภาวะของสายที่ชักออกจากเครื่องควบแน่นแบบควบแน่นทั้งหมด (D, x_D)
 - 3.4 จำนวนเฟลท (n)
 - 3.5 อัตรารีฟลัก (R_D)

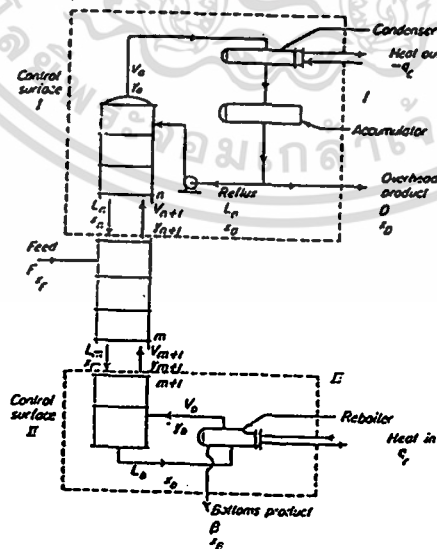
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป

4. สร้างสมการสมดุลของการไหลของมวล สมการสมดุลของมวล และสมการสมดุลของความร้อน ที่ใช้ในกระบวนการกลั่น

5. คำนวณหาค่าปริมาณองค์ประกอบและอุณหภูมิในแต่ละเฟส โดยอาศัย กฎของราอูลท์ (Raoult's law) โดยใช้การคำนวณจุดกลั่นตัวของสารผสม (Dew point temperature) และวิธีผลรวม ในการคำนวณเริ่มต้นมีการสุ่มอุณหภูมิขึ้นมา จนกระทั่งได้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้สมการเป็นจริง เมื่อทราบค่าอุณหภูมิ ณ จุดกลั่นตัวของสาร (Dew point temperature) แล้วจึงคำนวณหาสัดส่วนโมลของของเหลวได้โดยอาศัยกฎของราอูลท์ เมื่อทราบอุณหภูมิของทุกเฟสและสัดส่วนโมลของไอและของเหลวทุกองค์ประกอบและทุกเฟส แล้วแก้สมการสมดุลมวล จากนั้นนำค่าเหล่านี้มาคำนวณหาเอนทาลปีของไอและของเหลว โดยใช้สมมติฐานว่าเป็นสารละลายอุดมคติ นั่นคือ เป็นสารละลายที่ไม่เกิดปฏิกิริยาระหว่างกันและแรงระหว่างโมเลกุลต่าง ๆ กันมีค่าเท่ากันภายในสารละลาย

6. ตรวจสอบค่าที่อัตราการไหลของสายไอ สายของเหลว และองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในทั้งสองเฟส (แก๊สและของเหลว) ว่าเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะหยุดการคำนวณหรือไม่โดยการใช้สมการเปรียบเทียบ คือ สมการสมดุลมวล และสมการสมดุลอัตราการไหลของมวล ของทั้งระบบ (Overall mass balance and a balance on component)

7. คำนวณหาพลังงานที่ใช้ในการกลั่นส่วนใหญ่ได้ โดยการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนที่ใส่ใน reboiler และ ค่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการถ่ายเทความร้อนออกที่คอนเดนเซอร์หรือหน่วยควบแน่น ส่วนพลังงานอื่น ๆ เช่น พลังงานที่ใช้ในการส่ง Reflux กลับเข้าหอกลั่นนับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับพลังงานทั้งสองนั้น



ภาพที่ 4 แผนภาพสมดุลของมวลในการกลั่นอย่างต่อเนื่อง
ที่มา : McCabe และ Smith (1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและแสดงผลการคำนวณของหอกลั่น

โปรแกรมการคำนวณปริมาณองค์ประกอบและคำนวณปริมาณองค์ประกอบและอุณหภูมิในเพลทต่าง ๆ นี้ เขียนขึ้นด้วยโปรแกรมภาษาซี มีความสามารถในการคำนวณหาสัดส่วนโมลของสารและค่าอุณหภูมิที่สมดุลในแต่ละชั้น ในหอกลั่น รวมถึงพลังงานที่ต้องให้แก่วัยเลอร์ (Reboiler) และ ที่ต้องถ่ายเทออกจากเครื่องควบแน่น (Condenser) โปรแกรมนี้ใช้ในการคำนวณแยกองค์ประกอบของสารสองชนิด คือ เฮกเซน และ ออกเทน ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบโปรแกรมดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 5

ภายในฐานข้อมูลของโปรแกรมการคำนวณจะมีข้อมูลที่เก็บไว้อย่างถาวร ดังนี้

1. ค่าคงที่ขององศา (Antoine) (A, B, C) ของสารทั้ง สองชนิด
 2. ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าเอนทัลปีของเฟสไอ และเฟสของเหลวทั้งสองชนิด
- ในหอกลั่นจะแบ่งส่วนการคำนวณเป็น 5 ชุด มีดังนี้

□ ส่วนคอนเดนเซอร์

- สมมติค่าเริ่มต้นของสถานะในสายผลิตภัณฑ์ยอดหอ (Overhead product) เช่น อัตราการไหล (D), สัดส่วน โมลขององค์ประกอบในสายผลิตภัณฑ์ยอดหอ (Overhead product)
- กำหนดค่าอัตราส่วนรีฟลักซ์ (Reflux ratio) และสมมติค่าอุณหภูมิเริ่มต้น

คำนวณหาปริมาณองค์ประกอบของสารในสายของเหลว (Liquid phase) และ สายไอ (Vapor phase) ที่สมดุล , อุณหภูมิภายในคอนเดนเซอร์ และอัตราการไหลของสารในสายของเหลว (Liquid phase) และ สายไอ (Vapor phase) ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบโปรแกรมดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 6

□ ส่วนของ เรคตีไฟอิงค์ (Rectifying section)

- สมมติค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิเริ่มต้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณองค์ประกอบที่สมดุล

คำนวณหาปริมาณองค์ประกอบของสารในสายของเหลว (Liquid phase) ที่สมดุล และ อุณหภูมิที่สมดุลของเพลท , ปริมาณองค์ประกอบของสารในสายไอ (Vapor phase) ที่เข้าในเพลทโดยอาศัยสมการ Operating line และคำนวณหาค่าเอนทัลปีของ Liquid phase และ Vapor phase ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบ โปรแกรมดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

□ ส่วนของฟีด (Feed)

- สมมติ ค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิเริ่มต้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณองค์ประกอบที่สมดุล
- กำหนดค่าเริ่มต้นของสถานะในสายฟีด (Feed) เช่น อัตราการไหล (F) , สัดส่วนโมลขององค์ประกอบในสายฟีด (Feed)

คำนวณหาปริมาณองค์ประกอบของสารในสายของเหลว (Liquid phase) ที่สมดุล และอุณหภูมิที่สมดุลของเฟลท , ปริมาณองค์ประกอบของสารในสายไอ (Vapor phase) ที่เข้าไปในเฟลท โดยอาศัยสมการ Operating line , อัตราการไหลของสารในสายของเหลว (Liquid phase) และสายไอ (Vapor phase) และคำนวณหาค่าเอนทัลปีของ Liquid phase , Vapor phase และ สายฟีด (Feed) ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบโปรแกรมดังแสดงไว้ในภาพที่ 8

□ ส่วนของ สตรีปปิง (Stripping section)

- สมมติค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิเริ่มต้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณองค์ประกอบที่สมดุล

คำนวณหาปริมาณองค์ประกอบของสารในสายของเหลว (Liquid phase) ที่สมดุล และอุณหภูมิที่สมดุลของเฟลท , ปริมาณองค์ประกอบของสารในสายไอ (Vapor phase) ที่เข้าไปในเฟลทโดยอาศัยสมการ Operating line และคำนวณหาค่าเอนทัลปีของ Liquid phase และ Vapor phase ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบโปรแกรมดังแสดงไว้ในภาพที่ 9

□ ส่วนของ รีบอยเลอร์ (Reboiler)

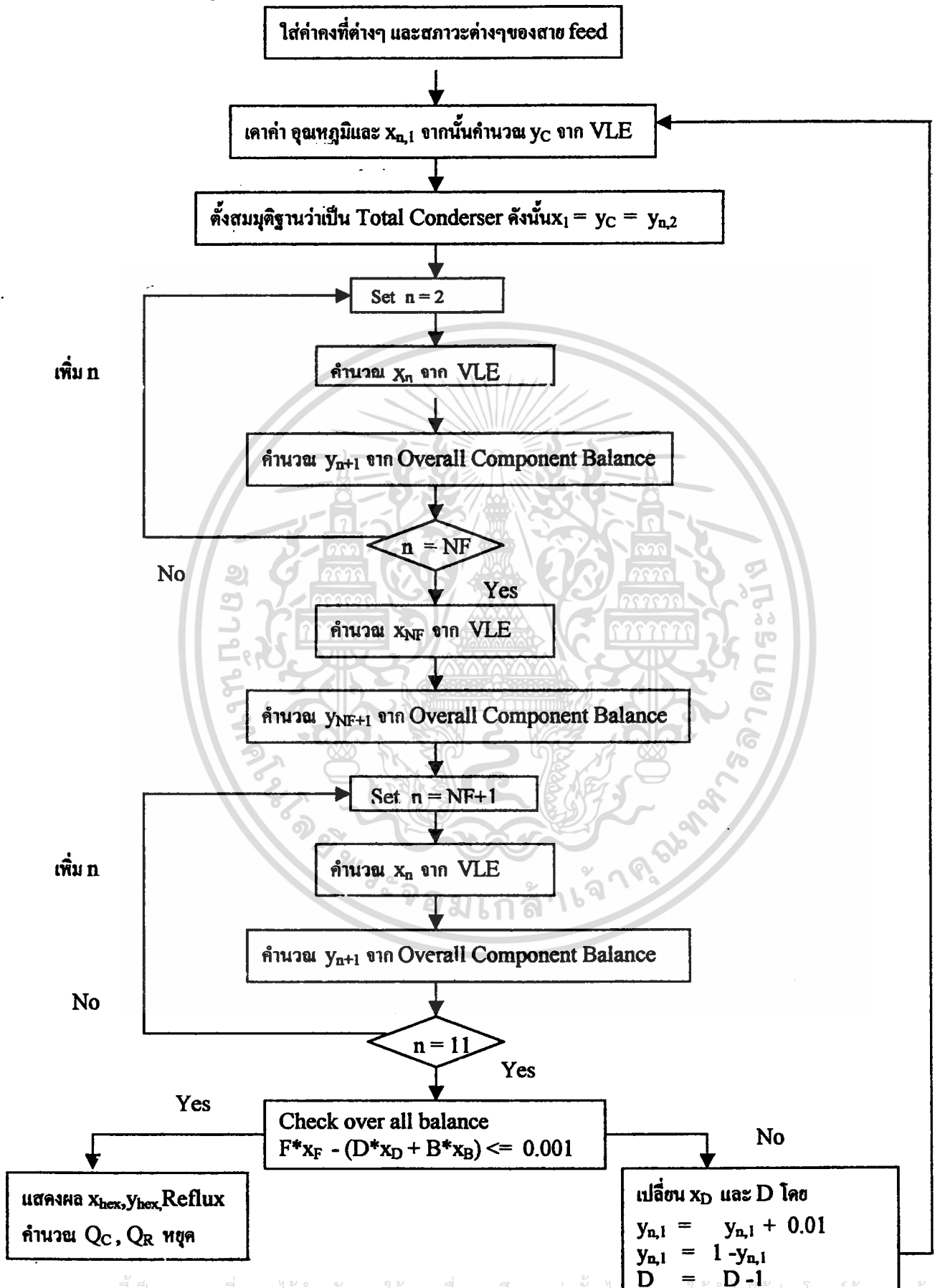
- สมมติค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิเริ่มต้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณองค์ประกอบที่สมดุล

คำนวณหาปริมาณองค์ประกอบของสารในสายของเหลว (Liquid phase) ที่สมดุล และอุณหภูมิที่สมดุลของ รีบอยเลอร์ (Reboiler) , และคำนวณหาค่าเอนทัลปีของ Liquid phase ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบโปรแกรมดังแสดงไว้ในภาพที่ 10

ภายหลังการตรวจสอบสมดุลรวม (Overall balance) จะทำการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนที่ใส่เข้าไปที่รีบอยเลอร์ (Reboiler) และที่ต้องถ่ายเทออกจากเครื่องควบแน่น (Condenser)

3.1 การเขียนแผนภูมิของการคำนวณ

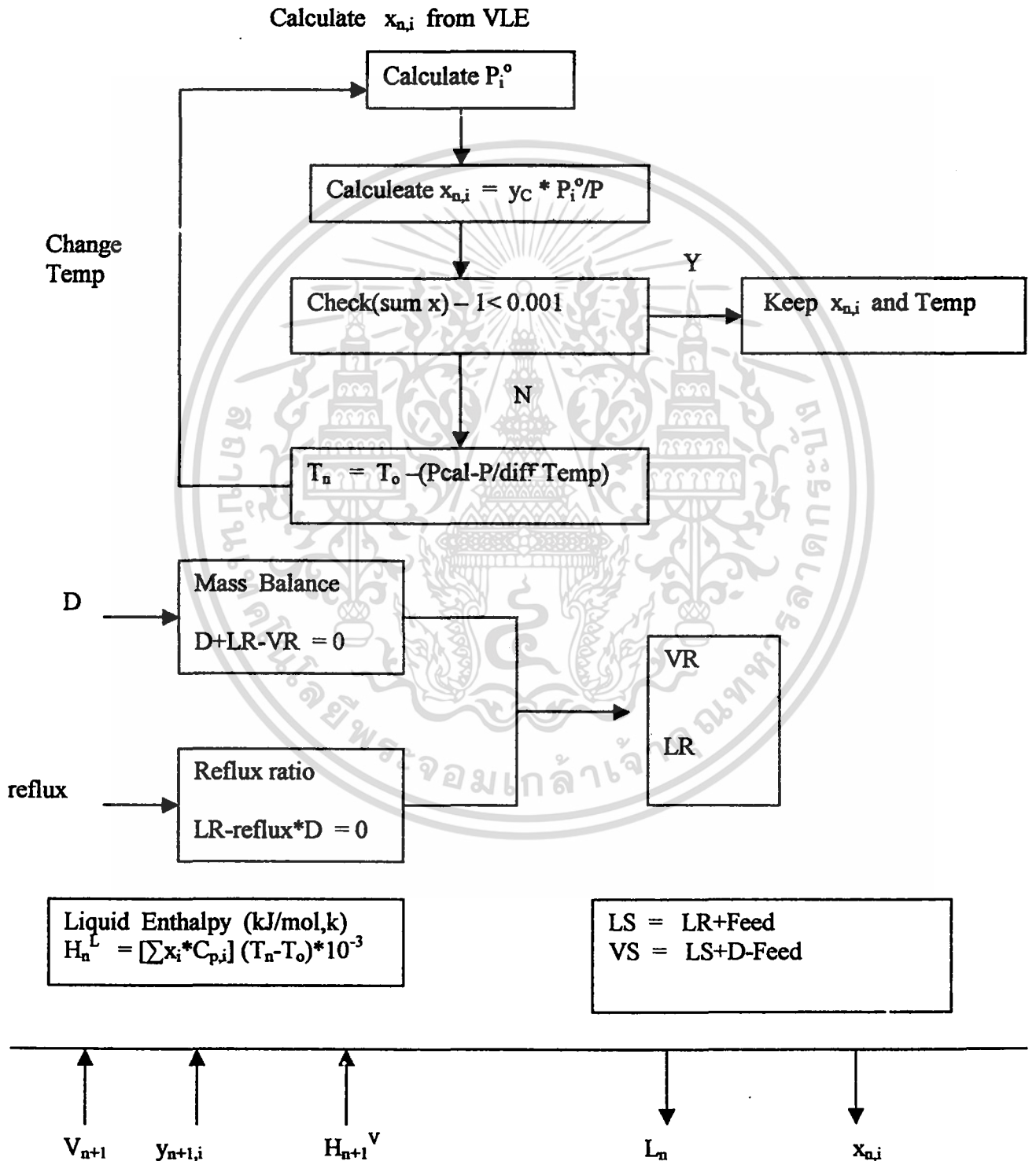
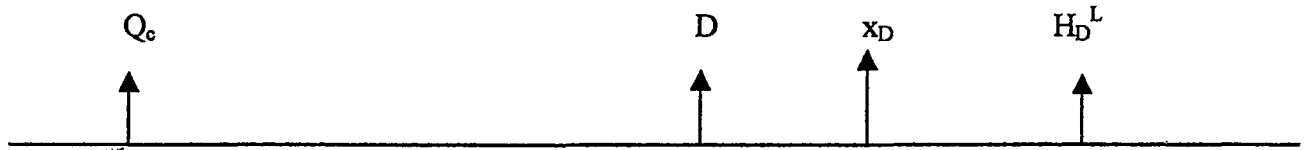
3.1.1 แผนภูมิและขั้นตอนการเขียนโปรแกรมของหอกลั่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นได้
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ผู้ที่นำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย
 ภาพที่ 5 แสดงแผนภูมิและขั้นตอนการเขียนโปรแกรมของหอกลั่น

3.1.2 แผนภูมิของการคำนวณของส่วนต่างๆ ในหอกลั่น

□ Flow diagram of condenser

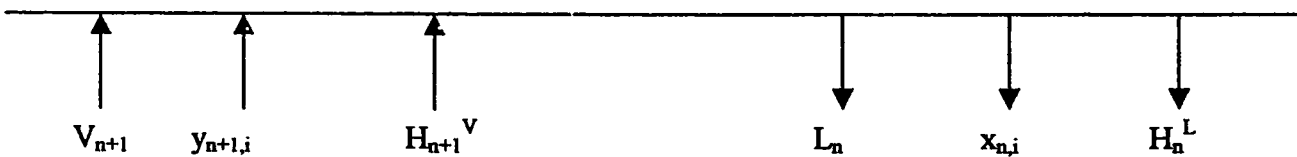
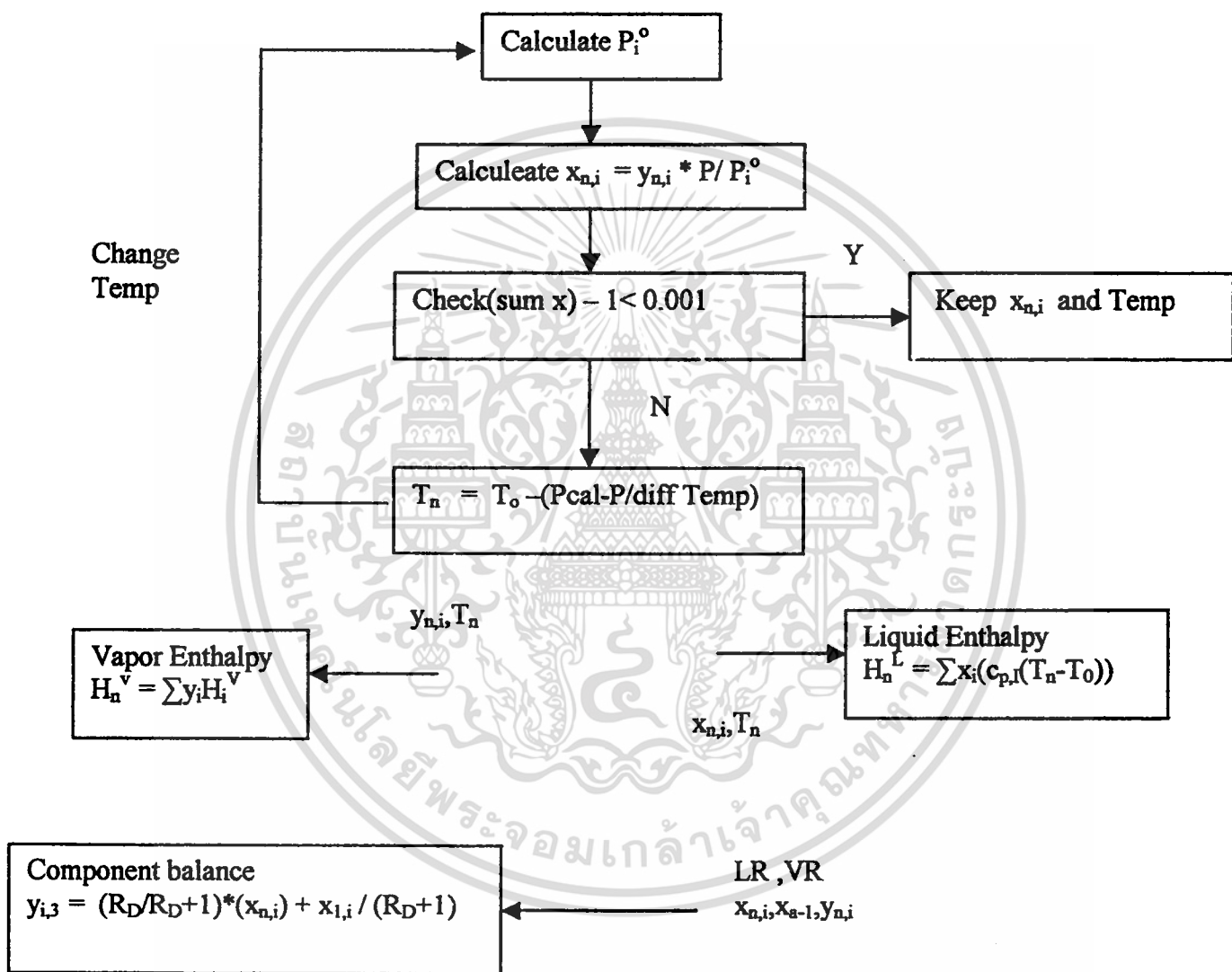


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 6 แสดงแผนภูมิการคำนวณในส่วนเครื่องควบแน่น (Condenser)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

□ Flow diagram of Rectifying section



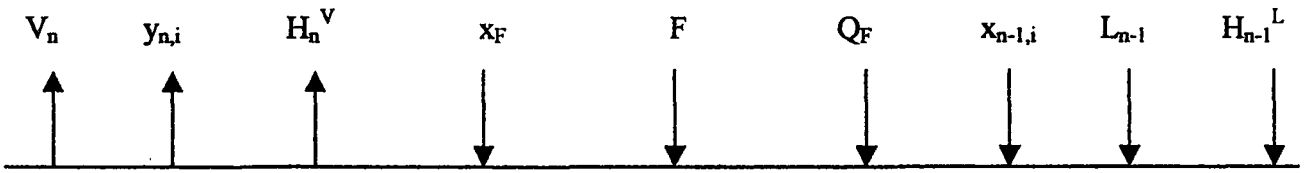
Calculate $x_{n,i}$ from VLE



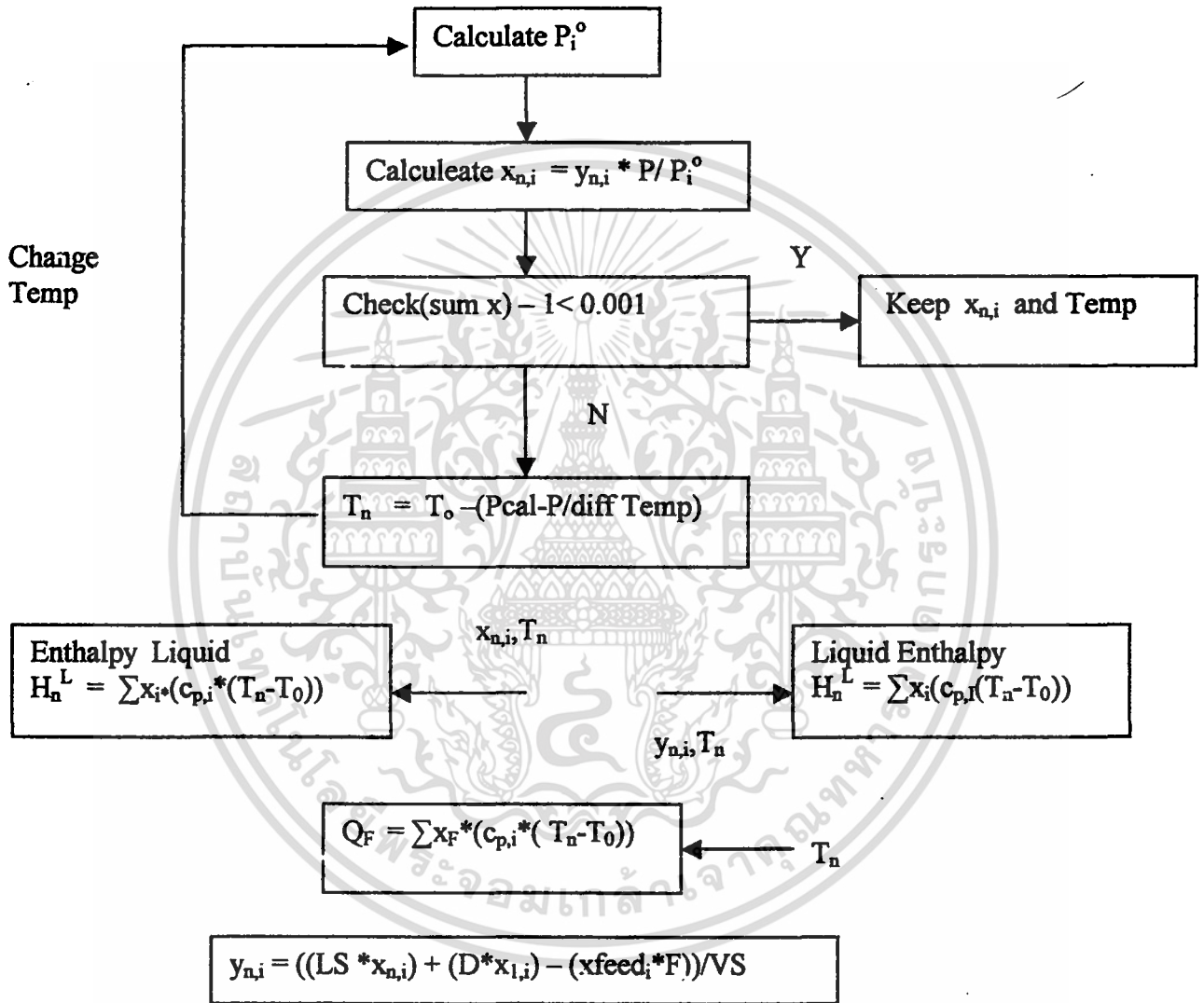
ภาพที่ 7 แสดงแผนภูมิการคำนวณในส่วนเรกติไฟอิงค์ (Rectifying section)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

□ Flow diagram of feed tray



Calculate $x_{n,i}$ from VLE

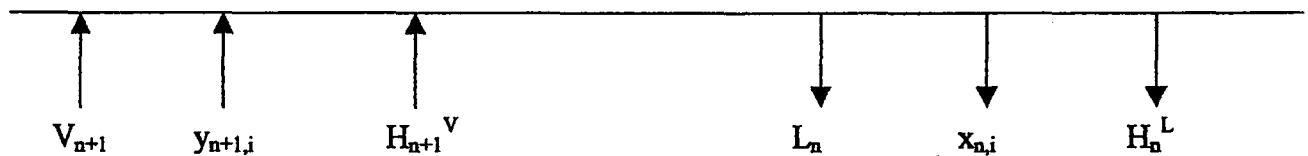
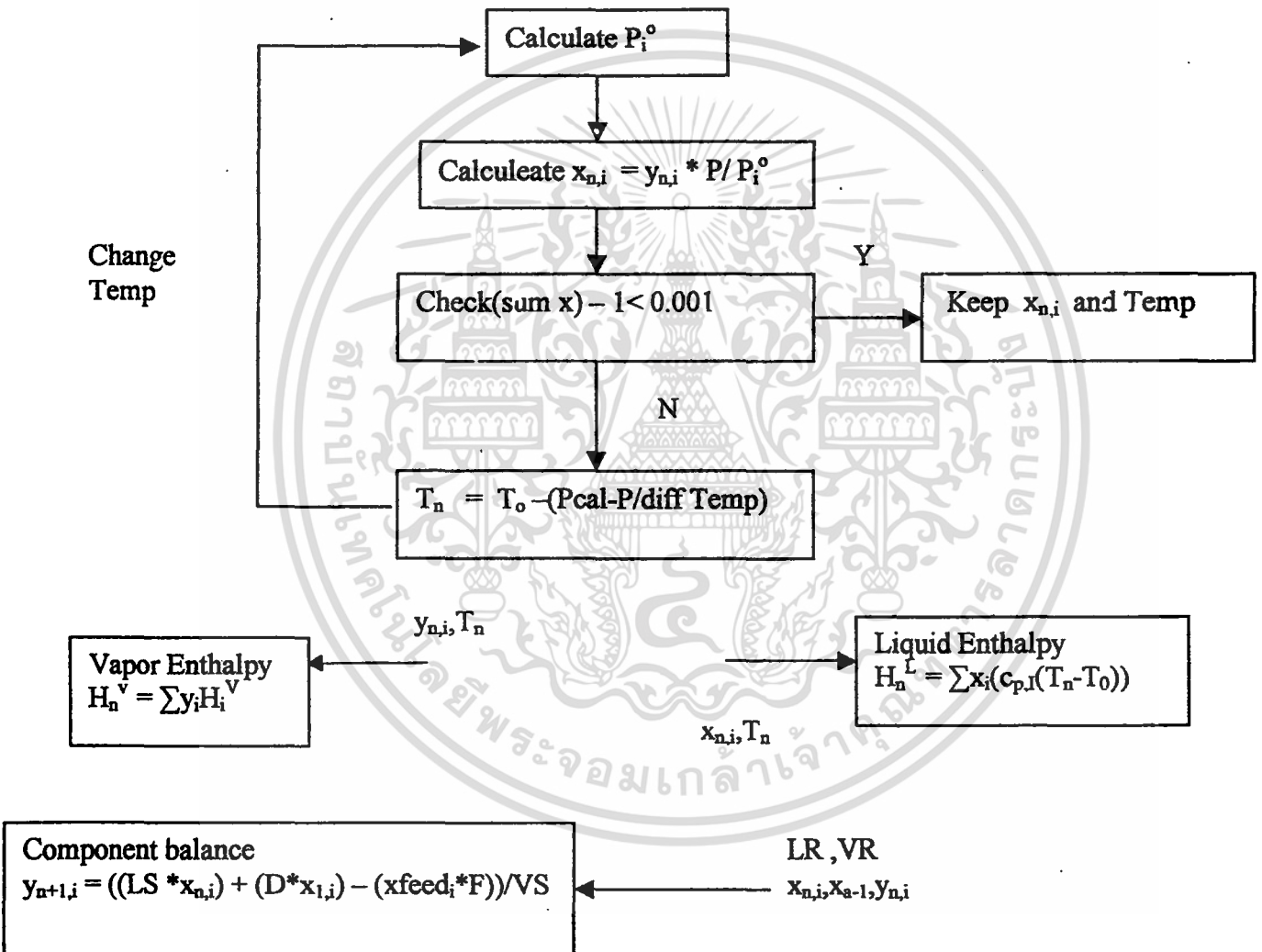


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 8 แสดงแผนภูมิการคำนวณในส่วนชั้นฟีด (Feed)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่ข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

□ Flow diagram of Stripping



Calculate $x_{n,i}$ from VLE



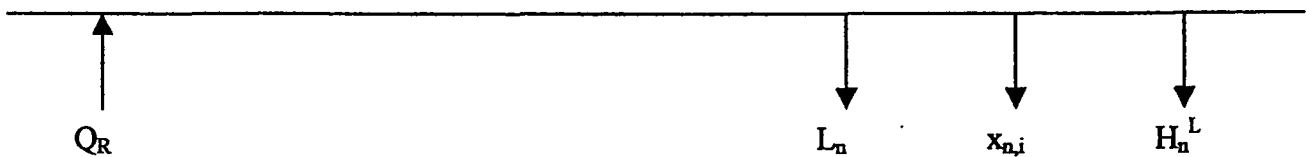
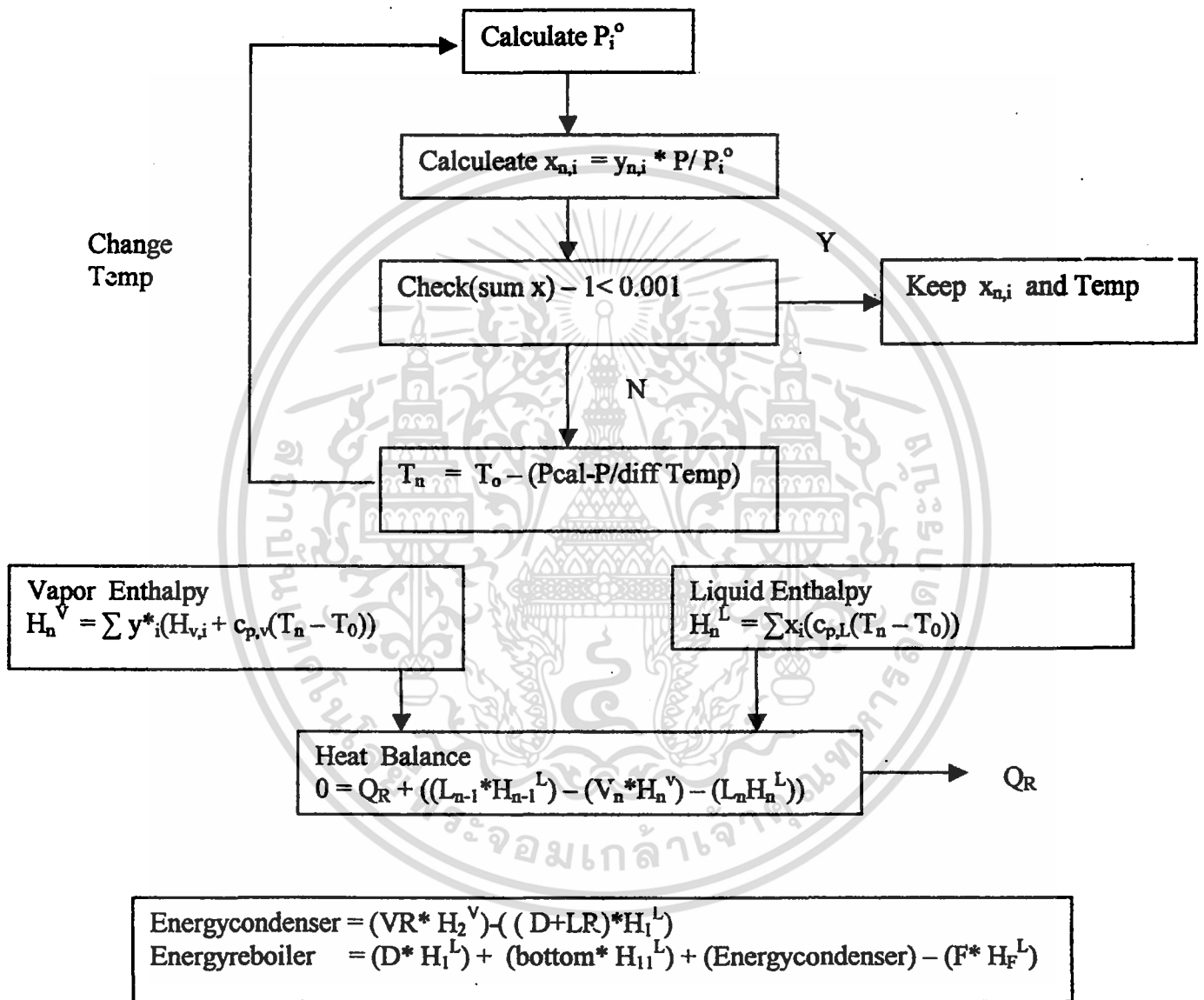
ภาพที่ 9 แสดงแผนภูมิการคำนวณในส่วนสติปปิ้ง (Stripping section)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

□ Flow diagram of Reboiler



Calculate $x_{n,i}$ from VLE



เอกสารนี้เป็นเอกสารภาพที่ 10 แสดงแผนภูมิการคำนวณในรีบอยเลอร์ (Reboiler) นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

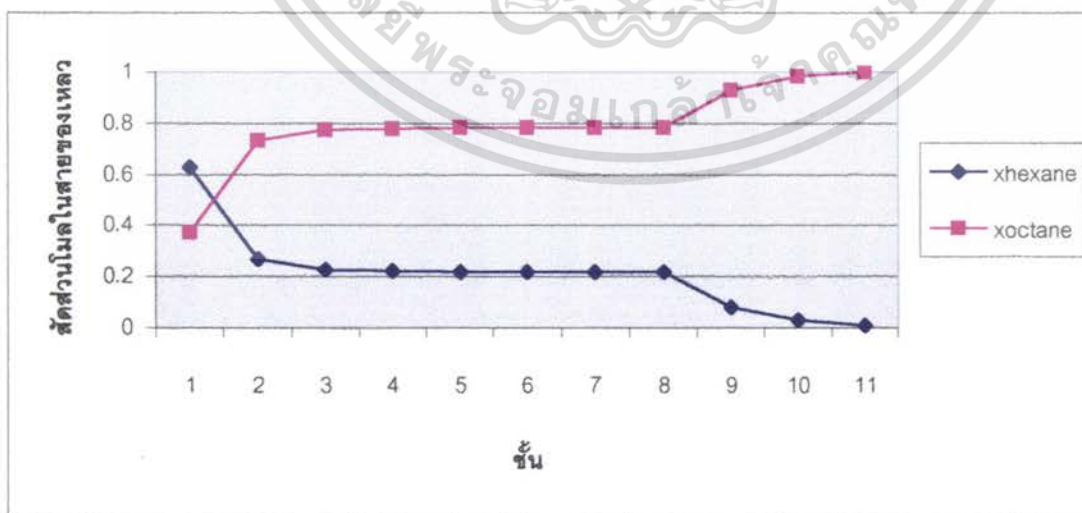
3.2 ผลการทดลอง

3.2.1 ผลของตำแหน่งของชั้นฟีด (Feed) ของหอกลั่น

✦ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 8 เมื่อกำหนด สัดส่วนโมลของฟีด เท่ากับ 0.5 ค่ารีฟลักซ์ (Reflux ratio) เท่ากับ 0.2 และแสดงสถานะของสายฟีด (Feed) กับผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 1 ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดชั้นฟีดเข้าเป็นชั้นที่ 8

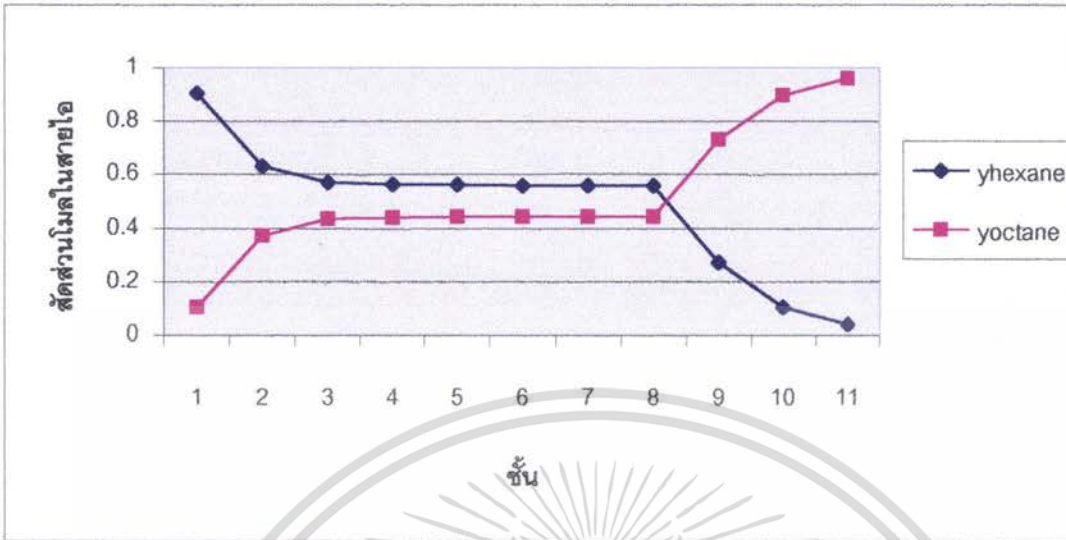
	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	375.179	353.963	393.051
Flow rate	Mol/s	108	87	21
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.5	0.6278	0.0098
Octane		0.5	0.3729	0.9901

จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนโมลทั้งสององค์ประกอบในสายของเหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 11 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนโมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 12 และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 13

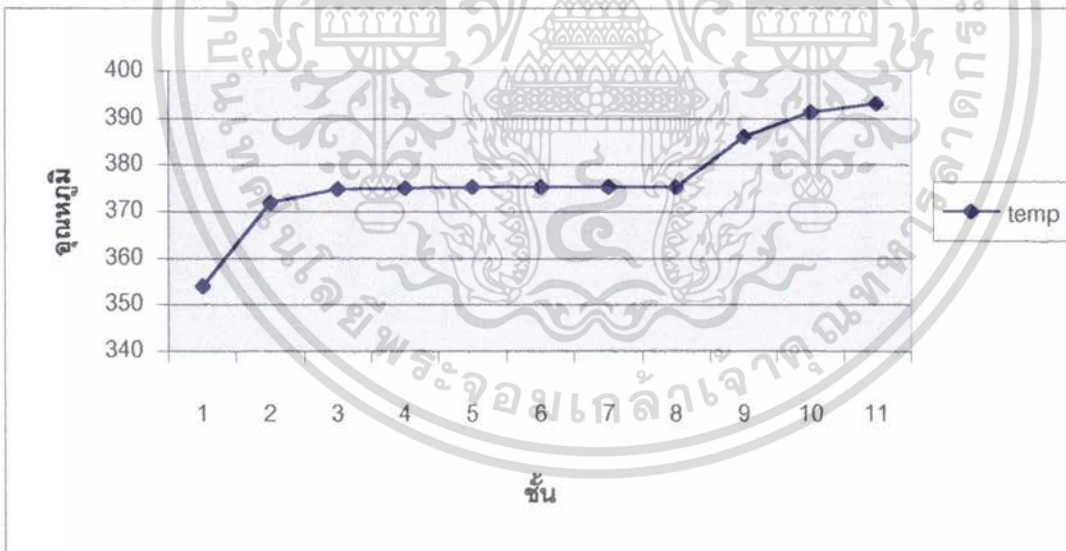


ภาพที่ 11 แสดงโปรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูในวงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 8) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 8)



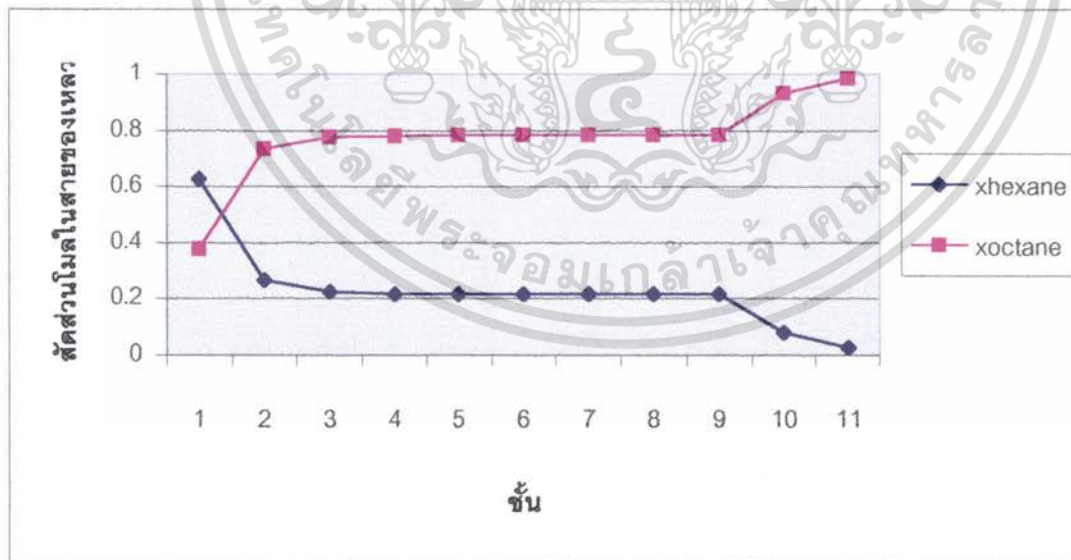
ภาพที่ 13 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✚ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 9 เมื่อกำหนด สัดส่วนโมลของฟีด เท่ากับ 0.5 ค่ารีฟลักซ์ (Reflux ratio) เท่ากับ 0.2 และแสดงสถานะของสายฟีด (Feed) กับผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 2 ตารางที่ 2 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดชั้นฟีดเข้าเป็นชั้นที่ 9

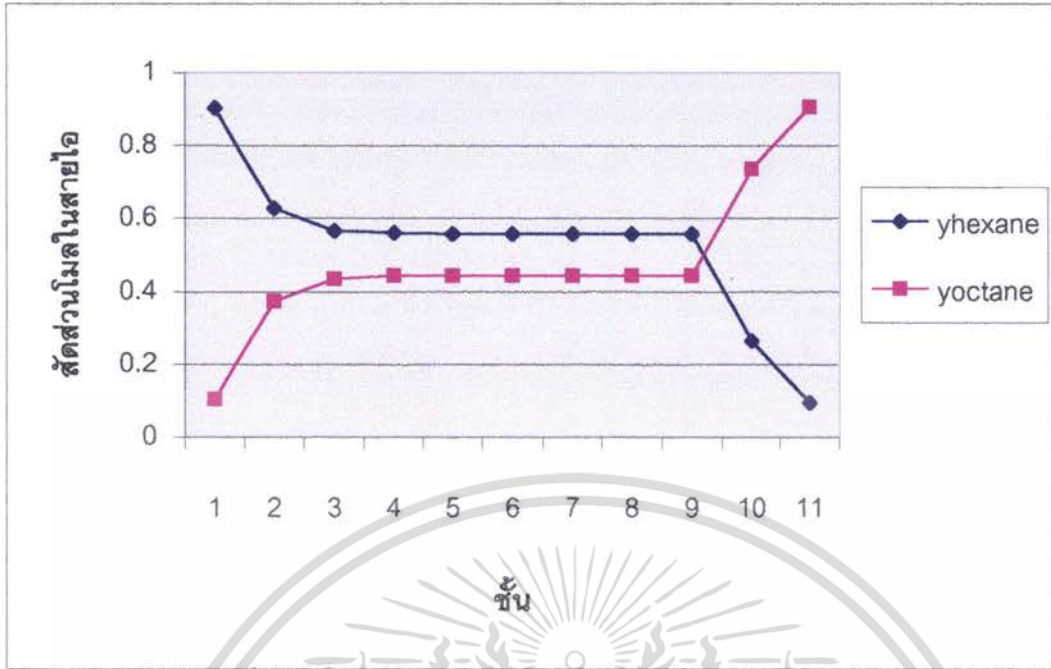
	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	375.26	354.092	391.499
Flow rate	Mol/s	108	86	22
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.5	0.6261	0.0247
Octane		0.5	0.3748	0.9752

จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายของ เหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 14 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 15 และการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 16

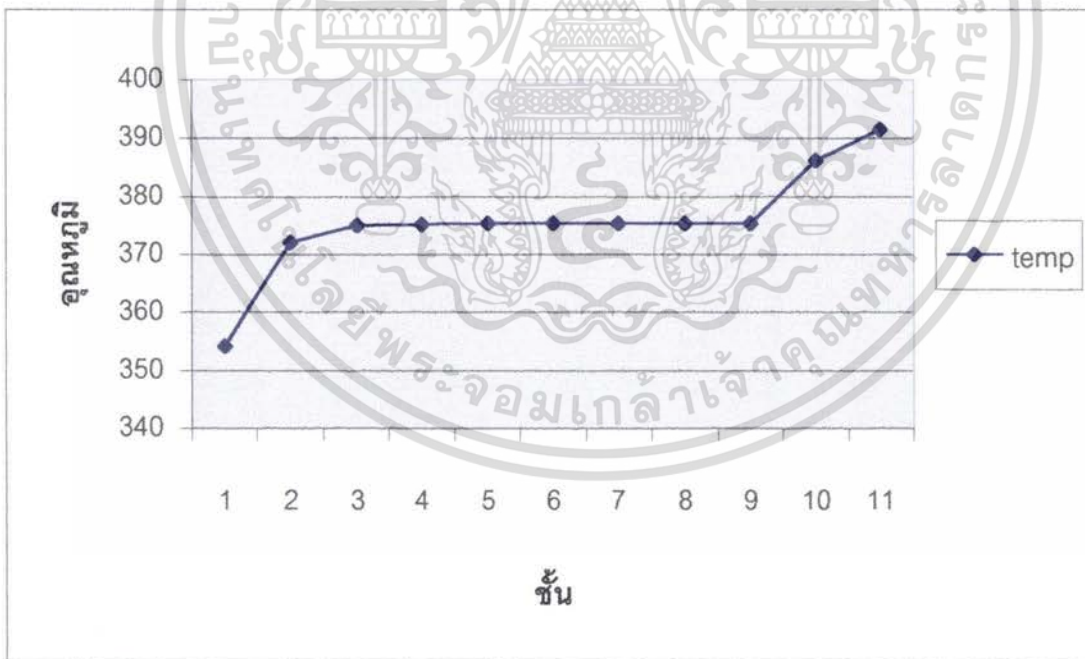


ภาพที่ 14 แสดงโพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 9)



ภาพที่ 16 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 9)

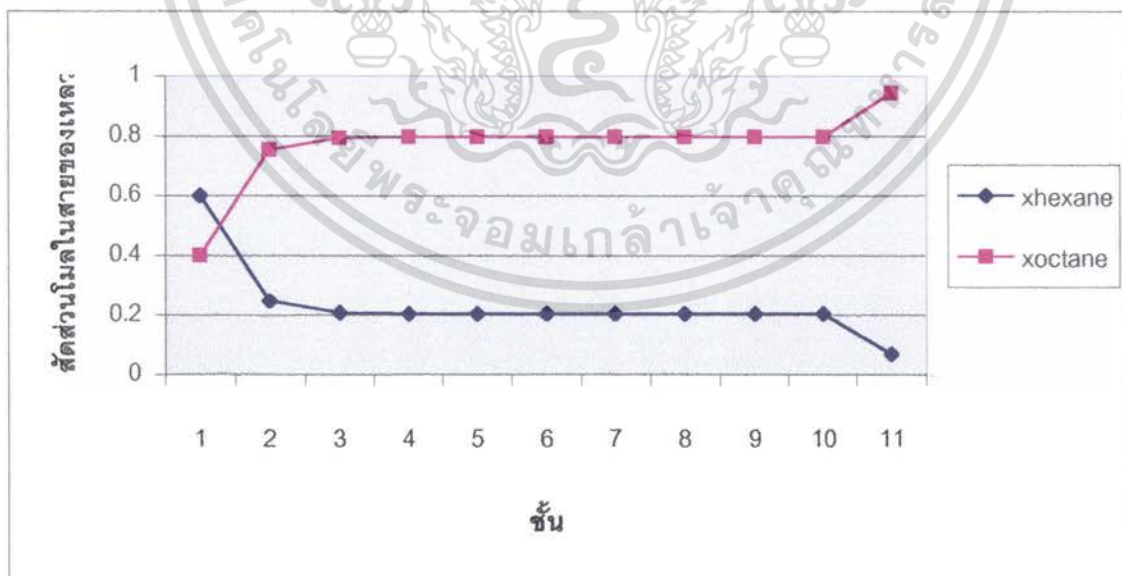
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✚ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 10 เมื่อกำหนด สัดส่วน โมลของฟีด เท่ากับ 0.5
 ค่ารีฟลักซ์ (Reflux ratio) เท่ากับ 0.2 และแสดงสภาวะของสายฟีด (Feed) กับผลการคำนวณไว้ใน
 ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดชั้นฟีดเข้าเป็นชั้นที่ 10

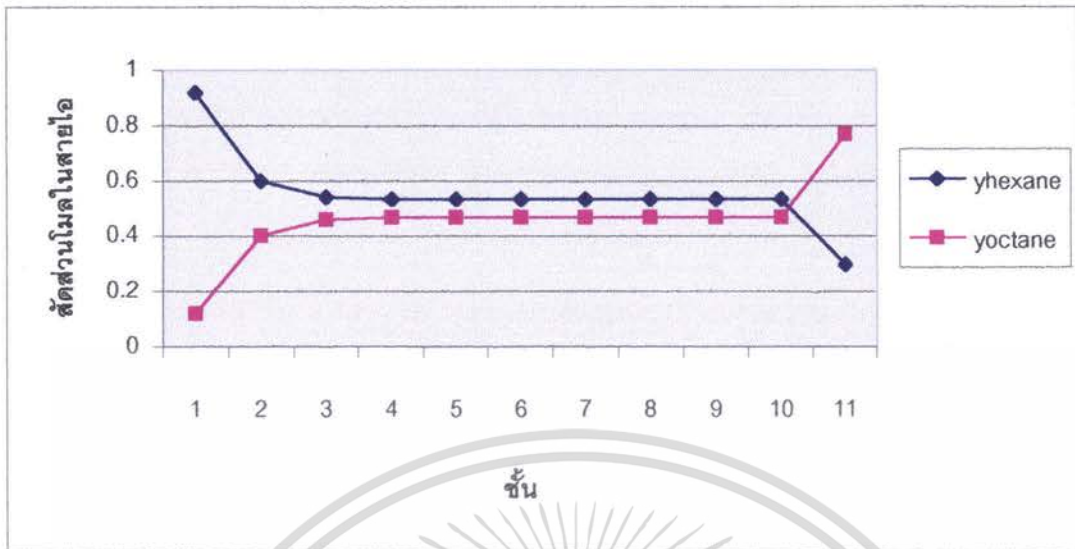
	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	376.359	356.194	387.365
Flow rate	Mol/s	108	88	20
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.5	0.5999	0.0668
Octane		0.5	0.4010	0.9429

จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายของเหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 17 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 18 และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 19

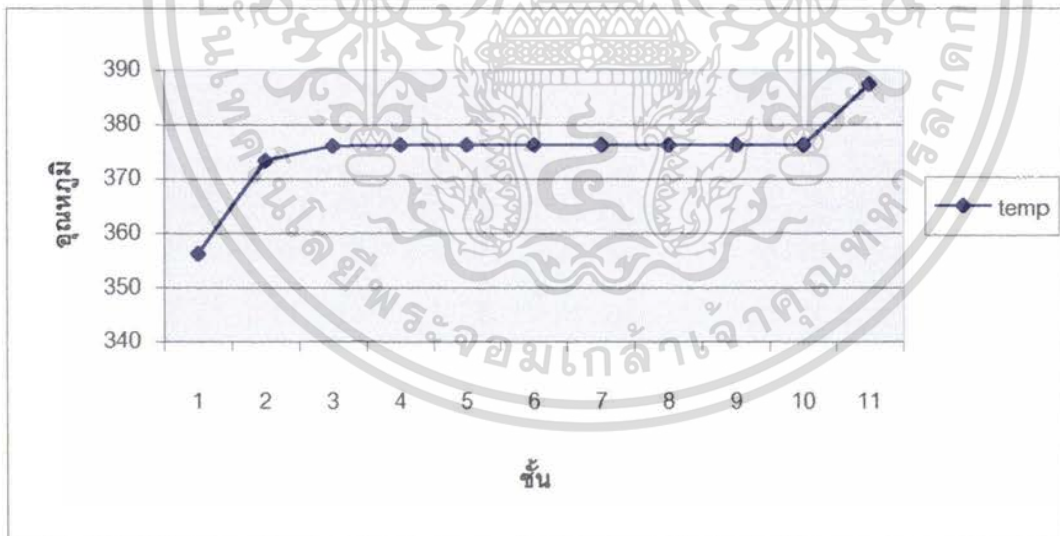


ภาพที่ 17 แสดงโพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น
 (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



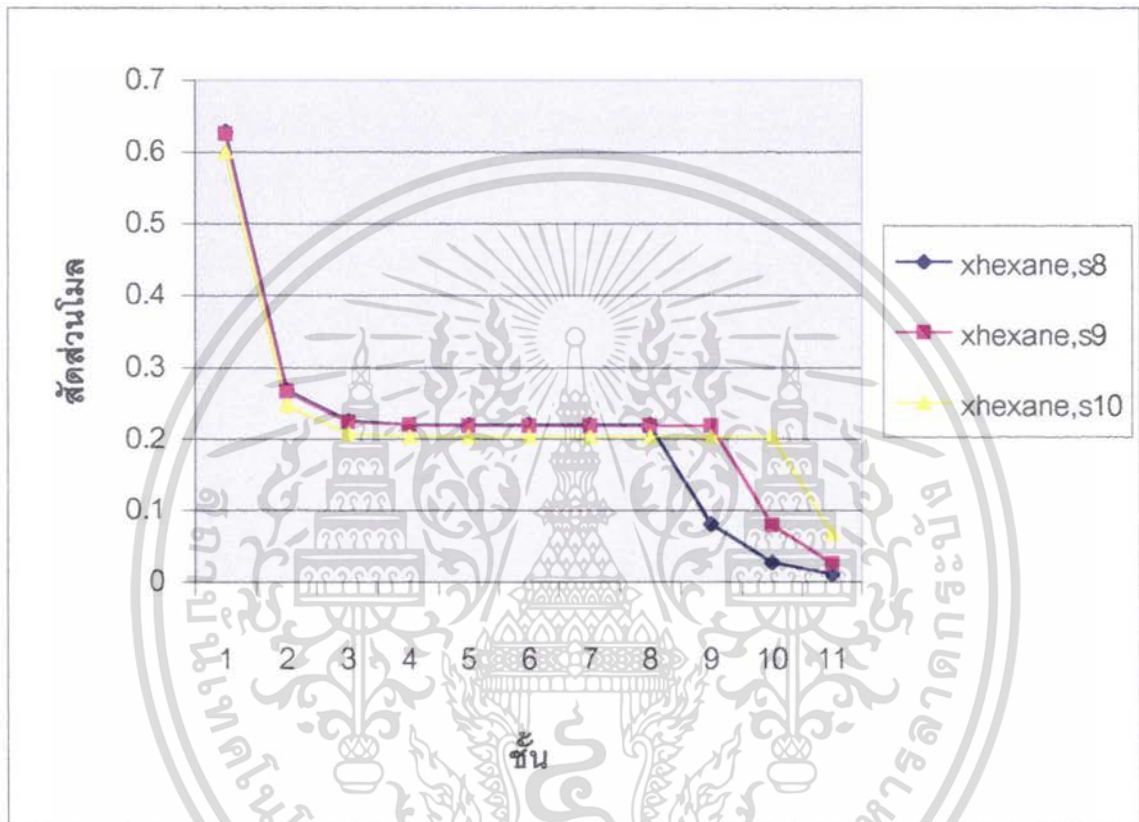
ภาพที่ 18 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 10)



ภาพที่ 19 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✦ เปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบของเฮกเซนในกรณีที่ตั้งค่าตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของเฮกเซน กรณีที่ตั้งค่าตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ชั้น 8, 9 และ 10 มีการเปลี่ยนแปลง ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบเมื่อเปลี่ยนชั้นฟีด (Feed)

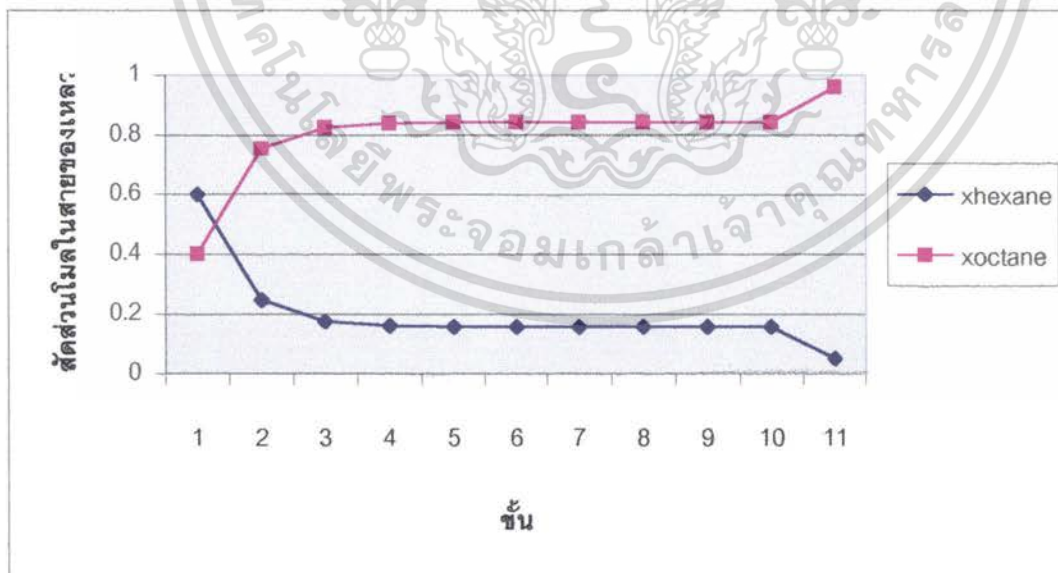
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ผลของอัตราฟลัก (Reflux ratio) ต่าง ๆ ของหอกลั่น

✚ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 10 เมื่อกำหนด สัดส่วน โมลของฟีด เท่ากับ 0.5 ค่าฟลัก (Reflux ratio) เท่ากับ 0.5 และแสดงสถานะของสายฟีด (Feed) กับผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 4 ตารางที่ 4 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดอัตราฟลักเป็น 0.5

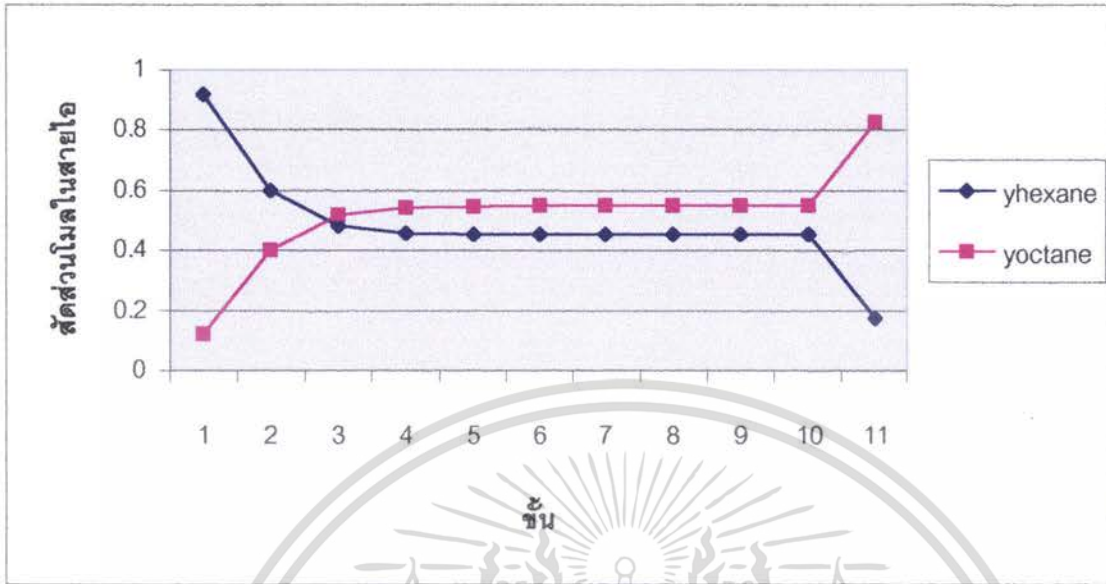
	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	379.746	359.194	389.147
Flow rate	Mol/s	108	88	20
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.5	0.5999	0.0482
Octane		0.5	0.4010	0.9616

จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายของเหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 21 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 22 และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 23

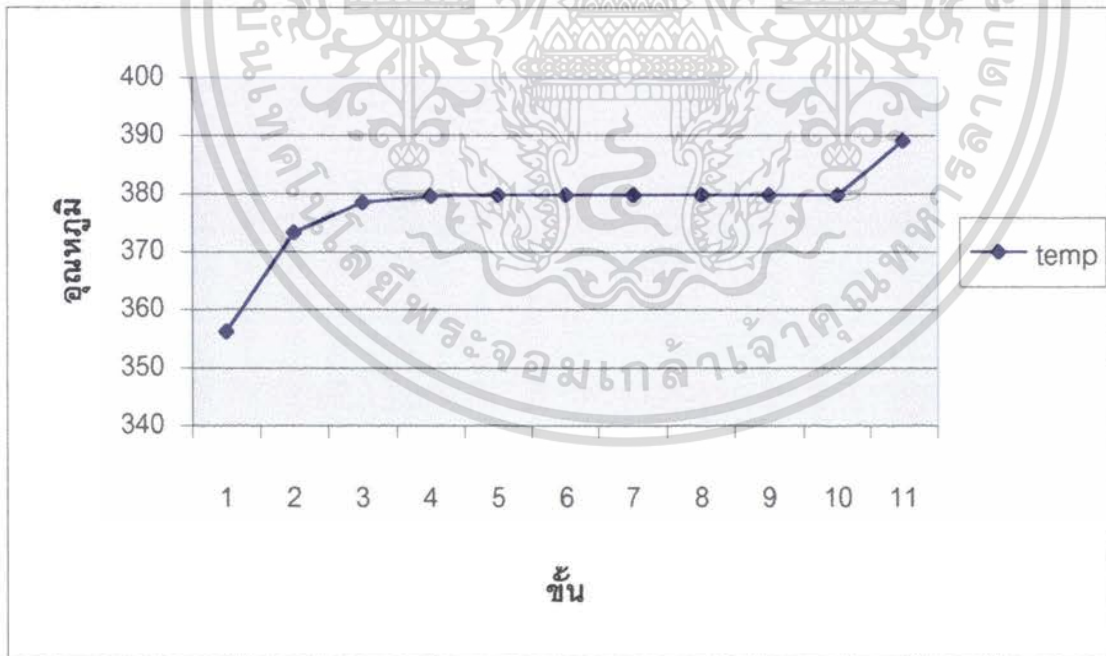


ภาพที่ 21 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตราฟลัก (Reflux ratio) เป็น 0.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลักซ์ (Reflux ratio) เป็น 0.5)



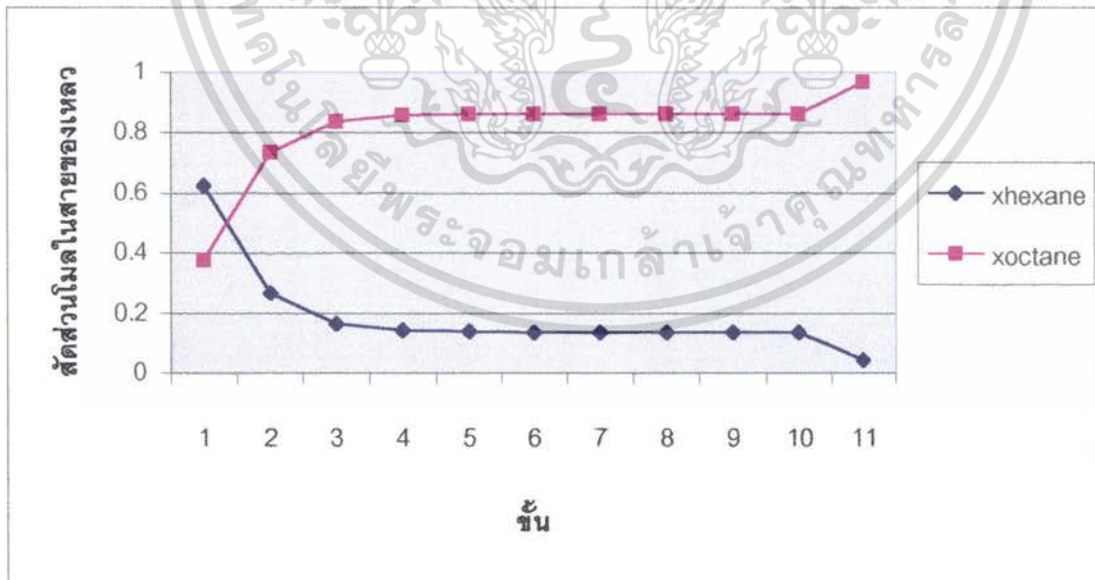
ภาพที่ 23 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลักซ์ (Reflux ratio) เป็น 0.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✦ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 10 เมื่อกำหนดสัดส่วนโมลของฟีด เท่ากับ 0.5 ค่ารีฟลัก (Reflux ratio) เท่ากับ 0.8 และแสดงสถานะของสายฟีด (Feed) กับ ผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 5 ตารางที่ 5 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดอัตรารีฟลักเป็น 0.8

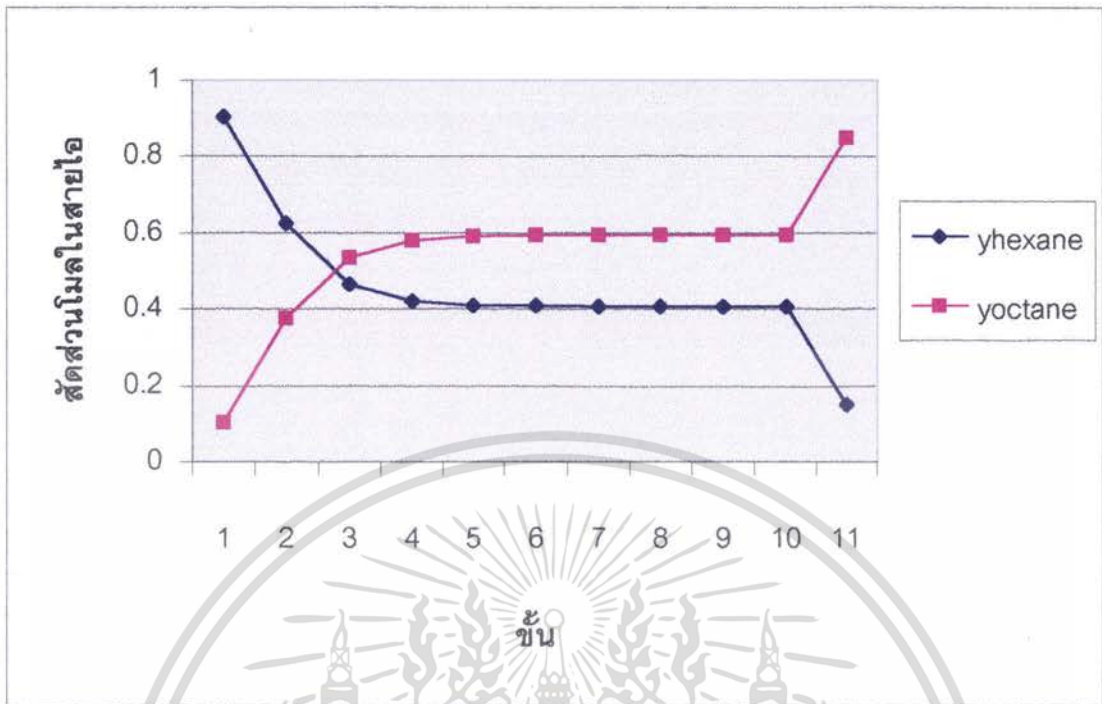
	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	381.522	354.229	389.818
Flow rate	Mol/s	108	85	23
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.5	0.6244	0.0413
Octane		0.5	0.3765	0.9685

จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายของ เหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 24 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 25 และการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 26

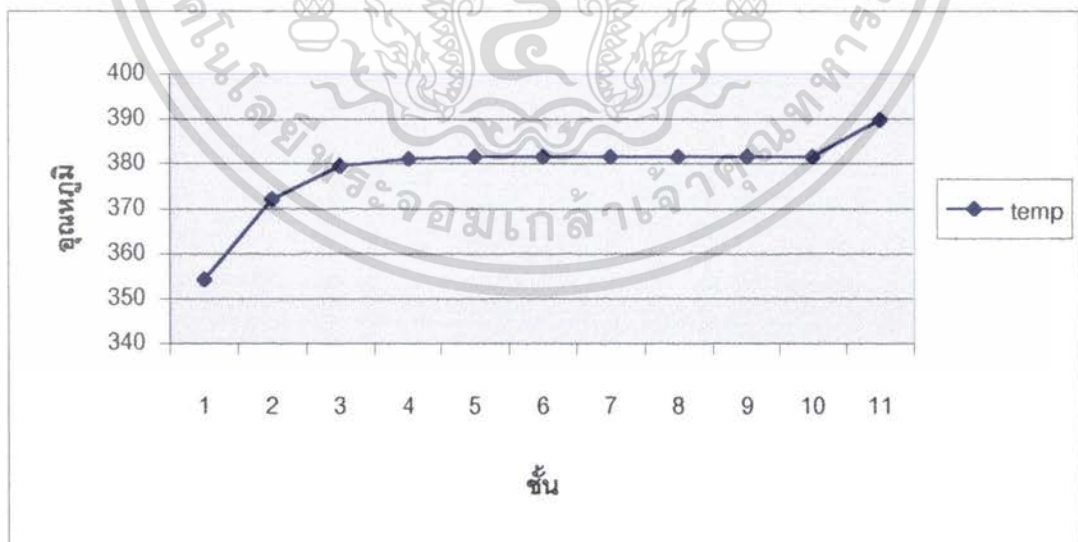


ภาพที่ 24 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น (เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 0.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น
(เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 0.8)



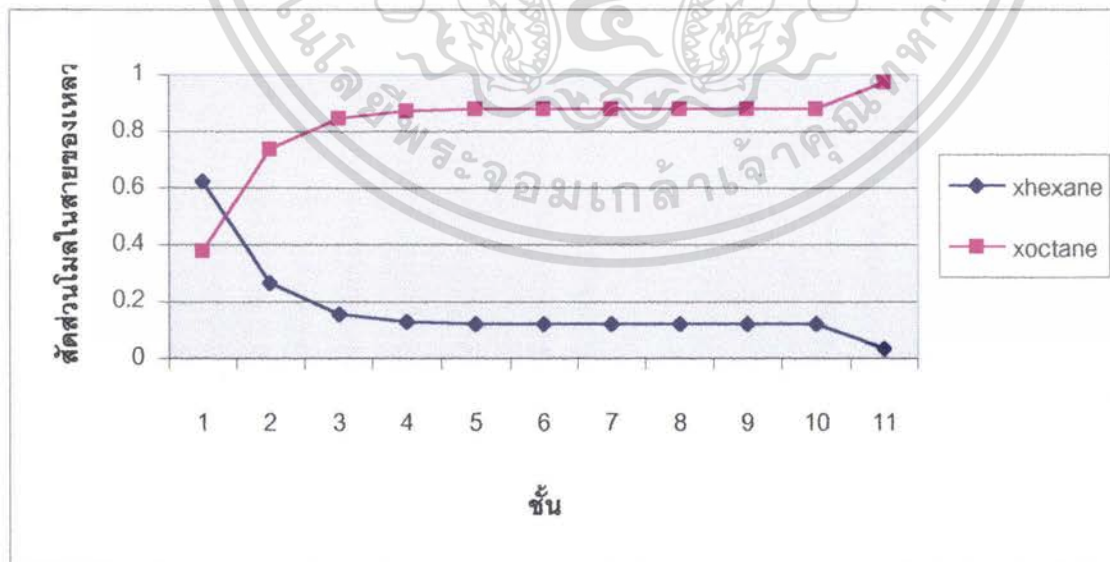
ภาพที่ 26 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น
(เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 0.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✦ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 10 เมื่อกำหนด สัดส่วนโมลของฟีด เท่ากับ 0.5 ค่ารีฟลัก (Reflux ratio) เท่ากับ 1.0 และแสดงสภาวะของสายฟีด (Feed) กับ ผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 6 ตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดอัตรารีฟลักเป็น 1.0

	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	382.81	354.229	390.388
Flow rate	Mol/s	108	85	23
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.5	0.6244	0.0356
Octane		0.5	0.3766	0.9742

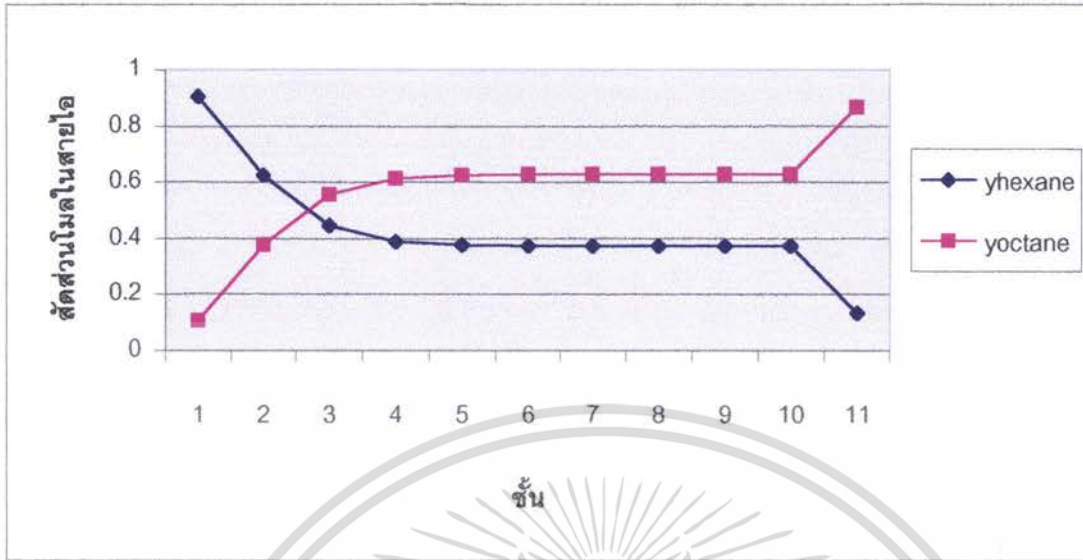
จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายของเหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 27 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนโมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 28 และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 29



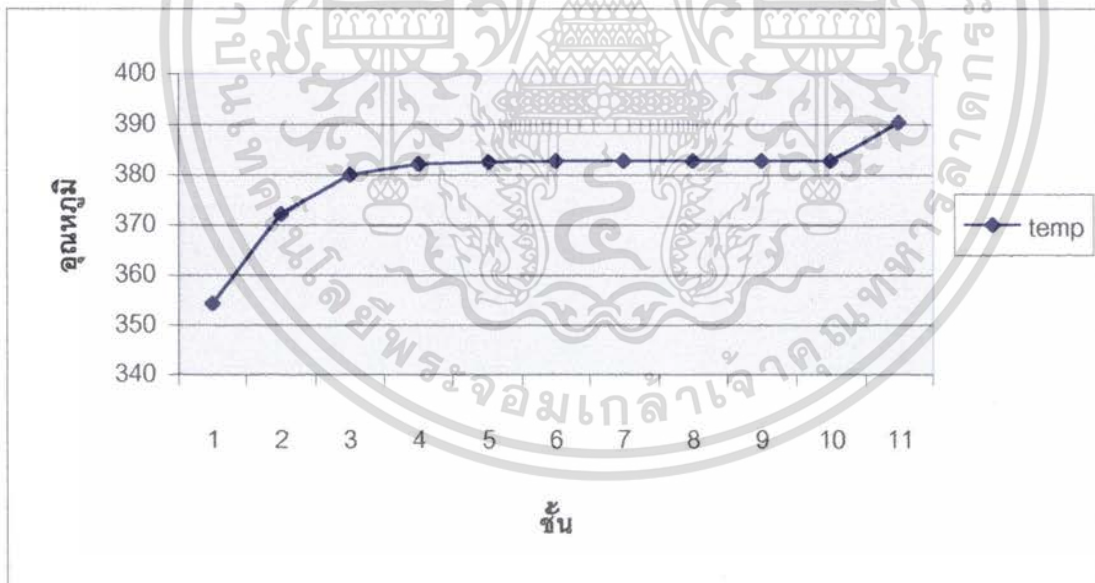
ภาพที่ 27 แสดง โปรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น

(เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 1.0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



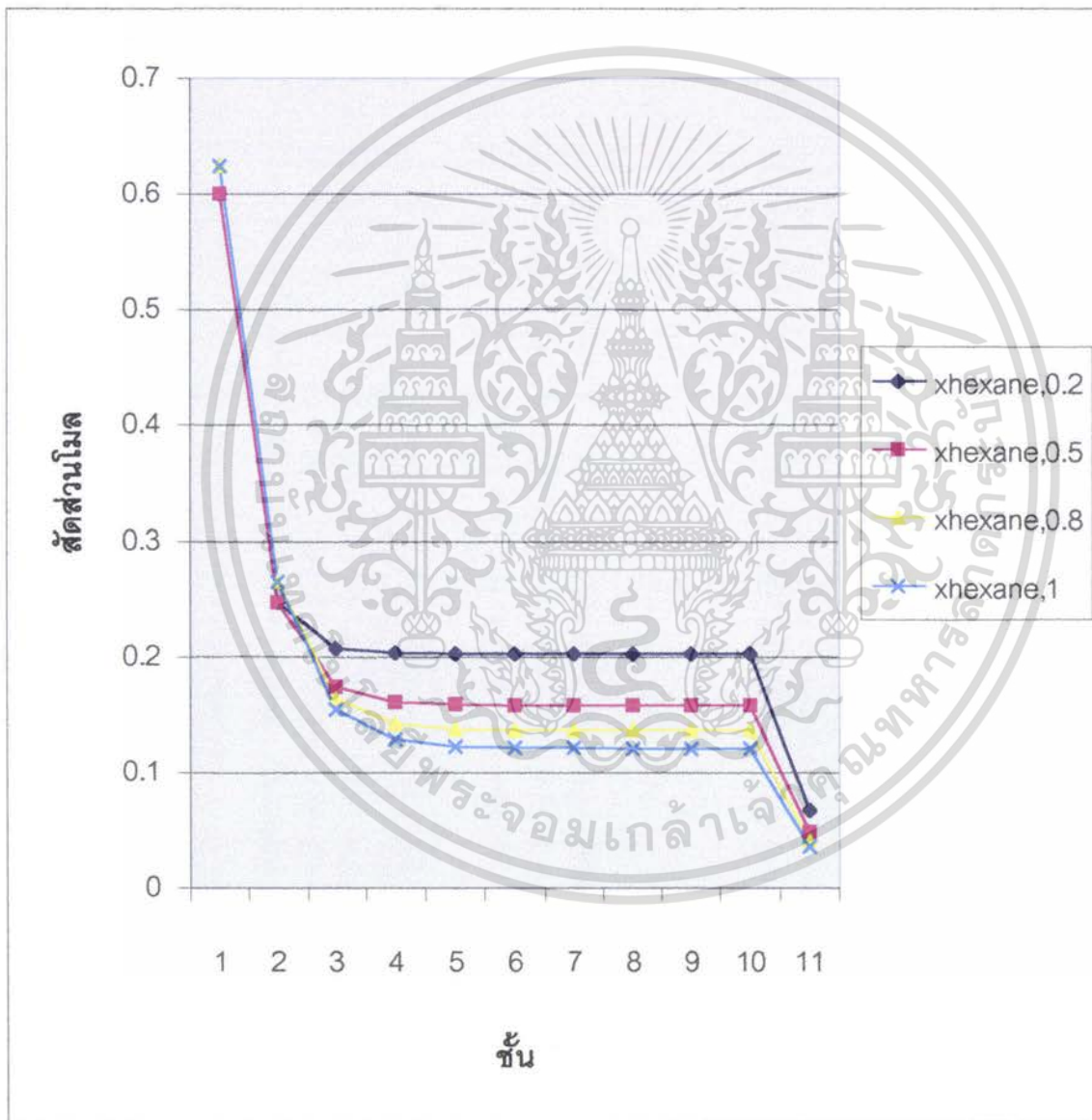
ภาพที่ 28 แสดง โปรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของ ไอกับชั้น
(เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 1.0)



ภาพที่ 29 แสดง โปรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น
(เมื่อกำหนดอัตรารีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 1.0)

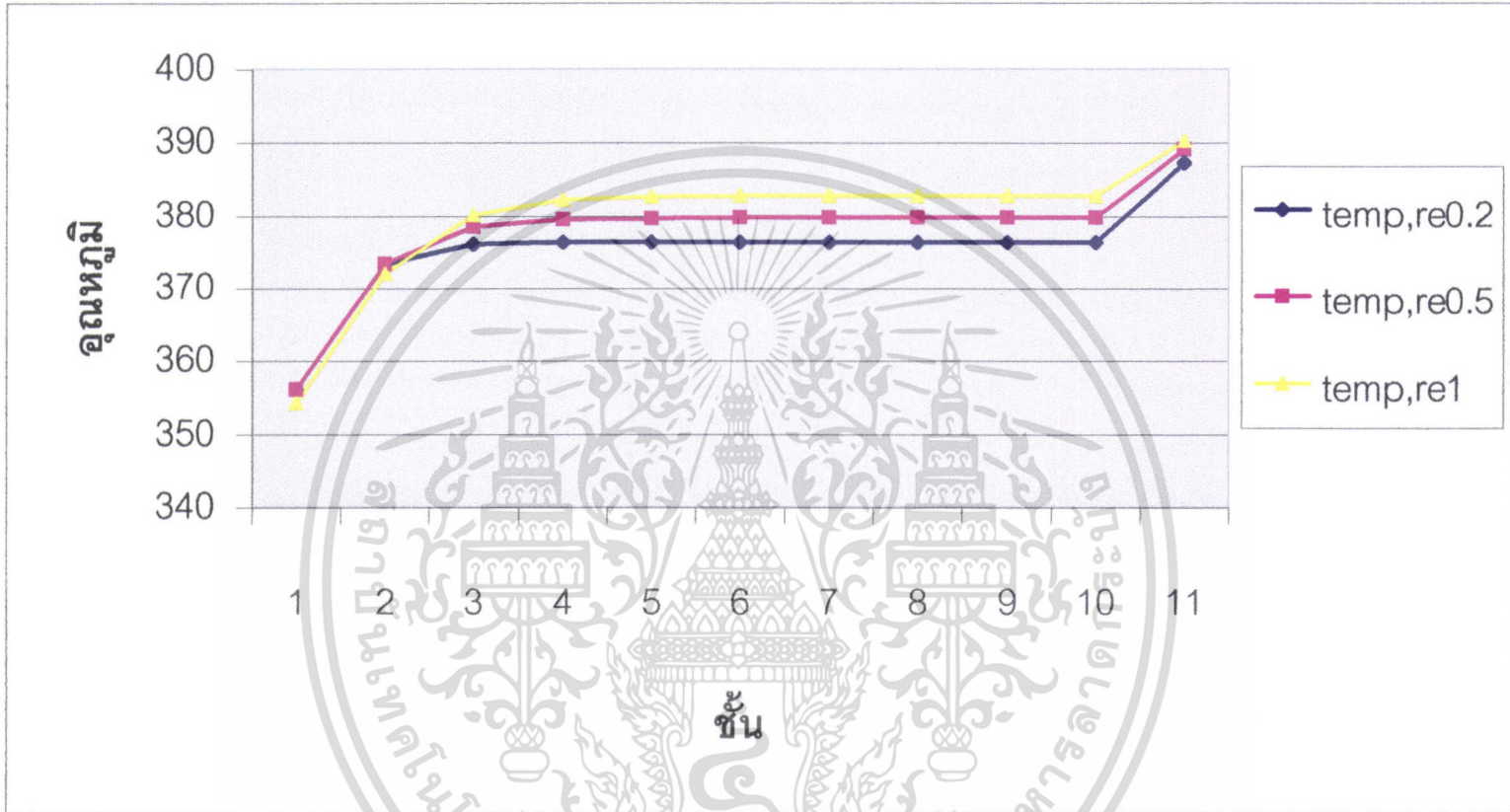
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✦ เปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงในกรณีใช้อัตราของรีฟลัก (Reflux ratio) ต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของเฮกเซน กรณีใช้อัตราของรีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 0.2, 0.5, 0.8 และ 1.0 ดังภาพที่ 30 และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ กรณีใช้อัตราของรีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 0.2, 0.5, 0.8 และ 1.0 ดังภาพที่ 31 และ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความร้อนที่ใส่เข้าที่ Rebioler กรณีใช้อัตราของรีฟลัก (Reflux ratio) เป็น 0.2, 0.5 และ 1.0 ดังภาพที่ 32

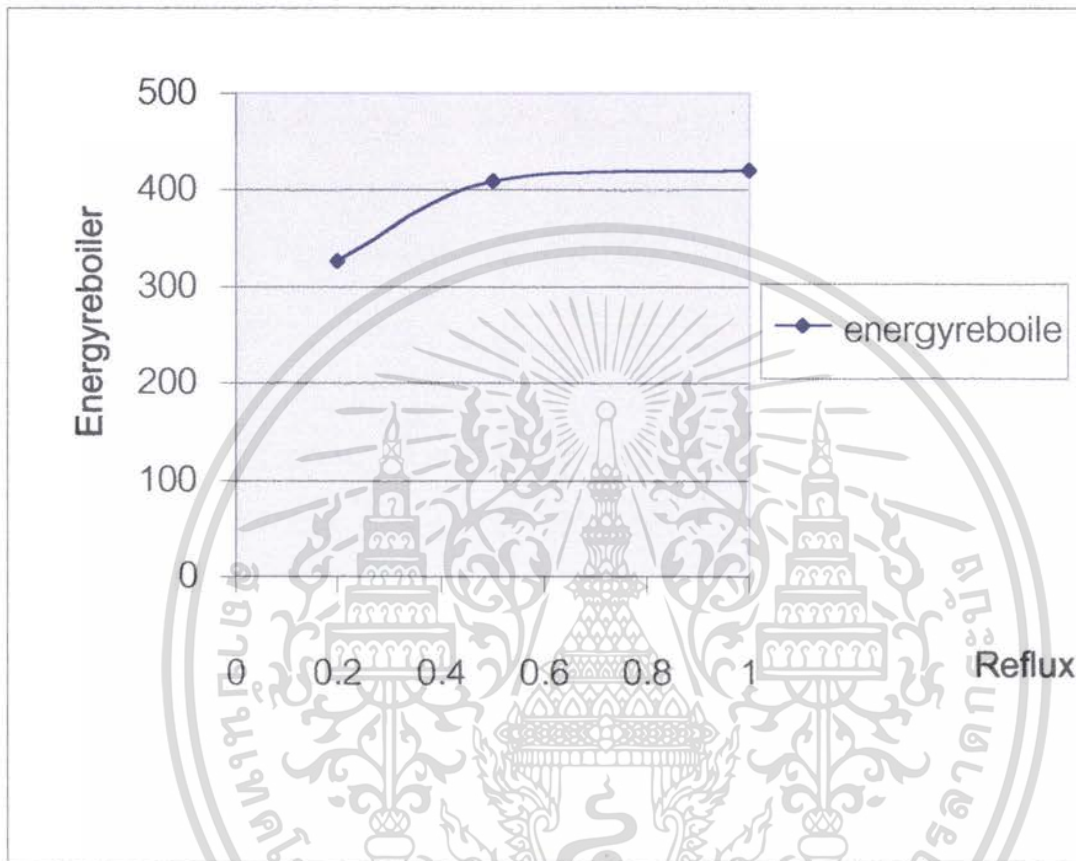


ภาพที่ 30 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราของรีฟลัก (Reflux ratio)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 31 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเมื่อเปลี่ยนแปลง
อัตราฟลัก (Reflux ratio)



ภาพที่ 32 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Energy reboiler และ อัตราองรีฟลัก (Reflux ratio)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

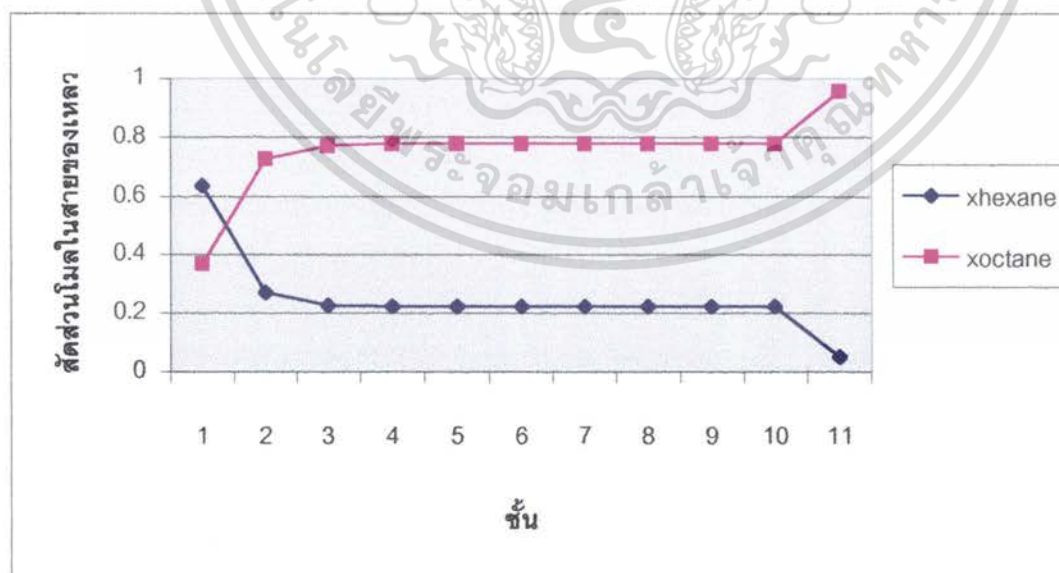
3.2.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ของหอกลั่น

✦ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 10 เมื่อกำหนด องค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน เป็น 40% โดยปริมาตร , ออกเทน เป็น 60 % โดยปริมาตร ค่ำรีฟลัก (Reflux ratio) เท่ากับ 0.2 และแสดงสภาวะของสายฟีด (Feed) กับ ผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดค่าสัดส่วนโมลของสายฟีดเข้าเป็น 0.4

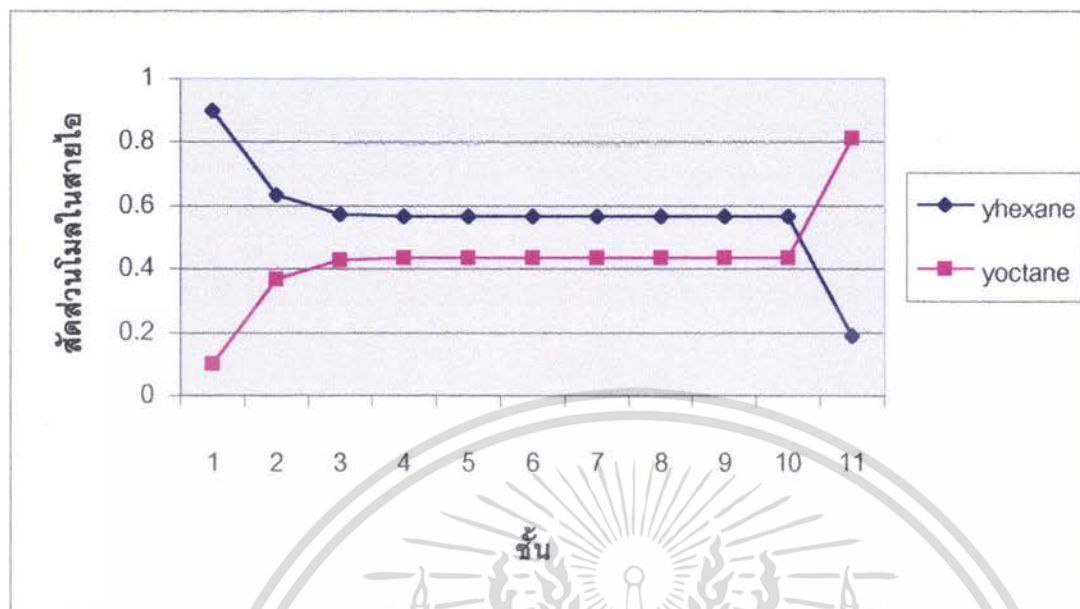
	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	376.539	356.576	386.334
Flow rate	Mol/s	108	67	41
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.4	0.5953	0.0778
Octane		0.6	0.4055	0.9321

จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนโมลทั้งสององค์ประกอบในสายของ เหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 33 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนโมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 34 และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 35

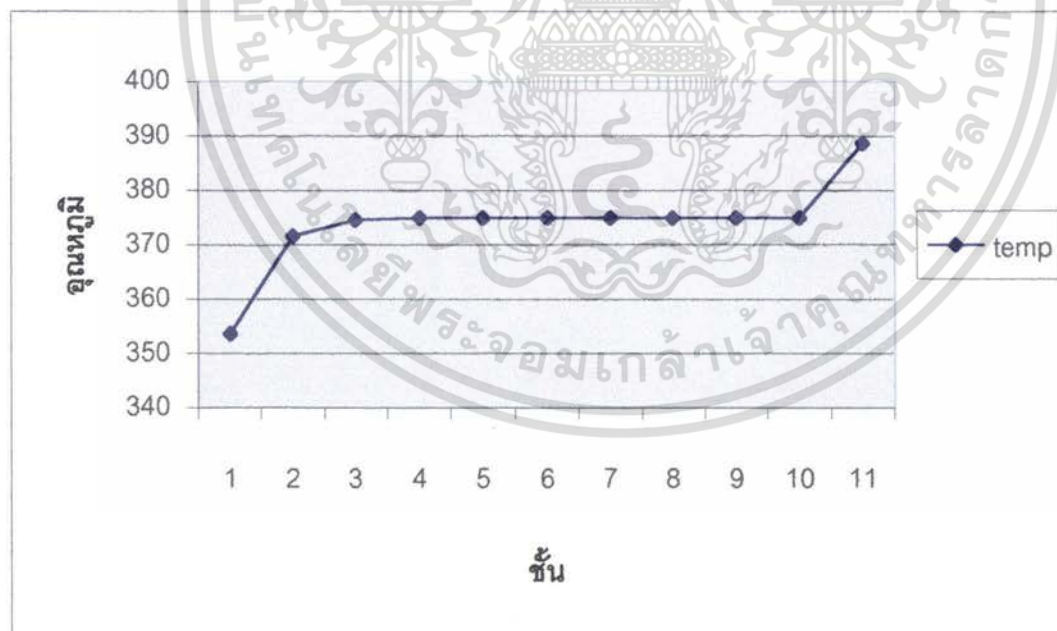


ภาพที่ 33 แสดง โปรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น

เอก (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน 40% , ออกเทน 60% โดยปริมาตร) ด้านการคำนวณ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 34 แสดง โพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน 40% , ออกเทน 60 % โดยปริมาตร)



ภาพที่ 35 แสดง โพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน 40% , ออกเทน 60 % โดยปริมาตร)

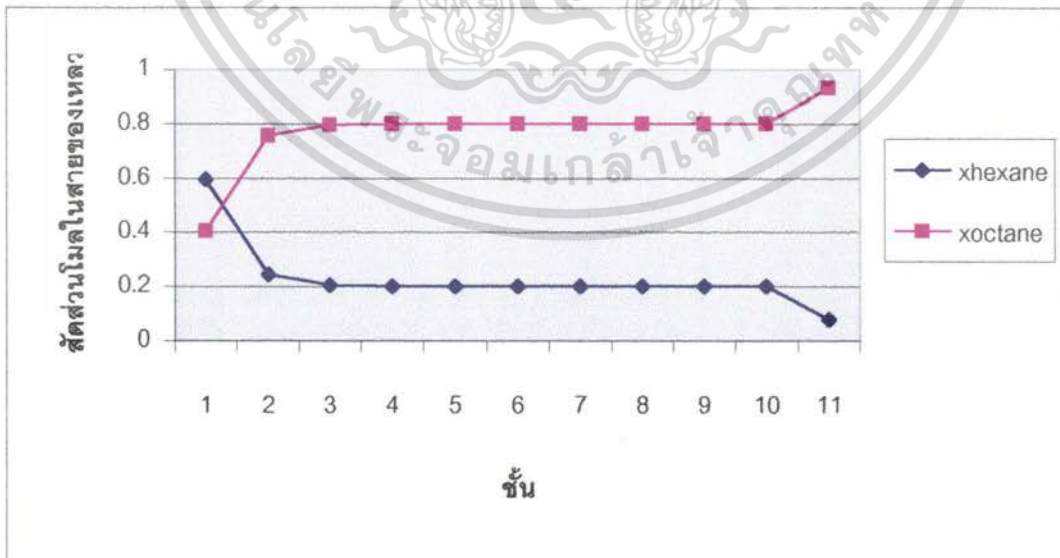
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✦ ตำแหน่งชั้นฟีด (Feed) ที่ 10 เมื่อกำหนด องค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน เป็น 60% โดยปริมาตร , ออกเทน เป็น 40 % โดยปริมาตร ค่ารีฟลักซ์ (Reflux ratio) เท่ากับ 0.2 และแสดงสภาวะของสายฟีด (Feed) กับ ผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลการคำนวณเมื่อกำหนดค่าสัดส่วน โมลของสายฟีดเข้าเป็น 0.6

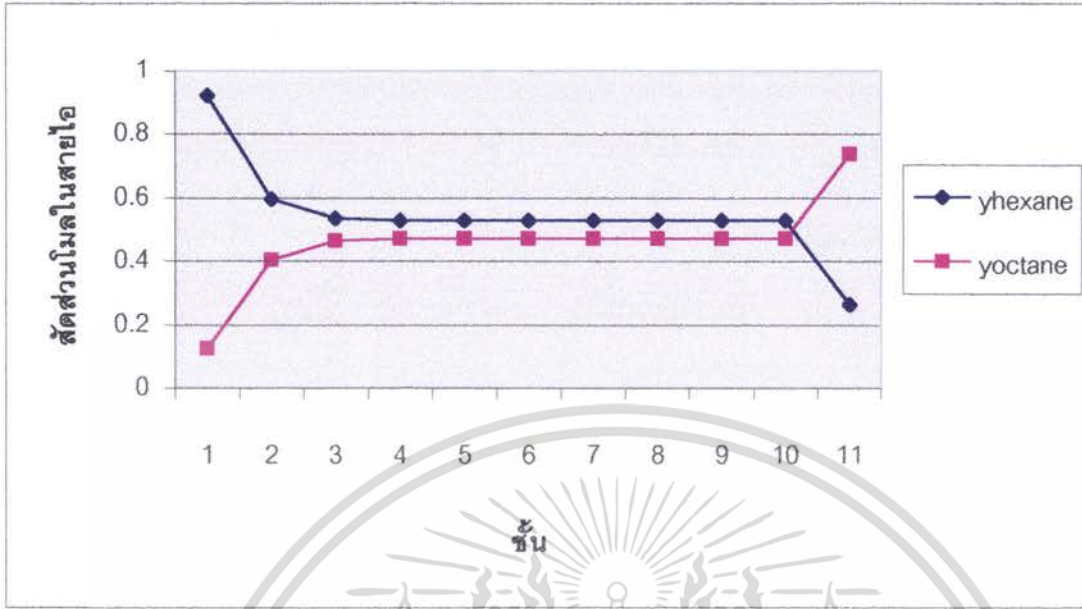
	หน่วย	Feed	Overhead Product	Bottom Product
Phase		Liquid Mixture	Liquid	Liquid
Temperature	เคลวิน	374.951	353.548	388
Flow rate	Mol/s	108	90	18
Composition	Mole Fraction			
Hexane		0.6	0.6333	0.0527
Octane		0.4	0.3675	0.9570

จากผลการคำนวณทางคอมพิวเตอร์พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายของ เหลว (Liquid phase) ดังแสดงในภาพที่ 36 และการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน โมลทั้งสององค์ประกอบในสายไอ (Vapor phase) ดังแสดงในภาพที่ 37 และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 38

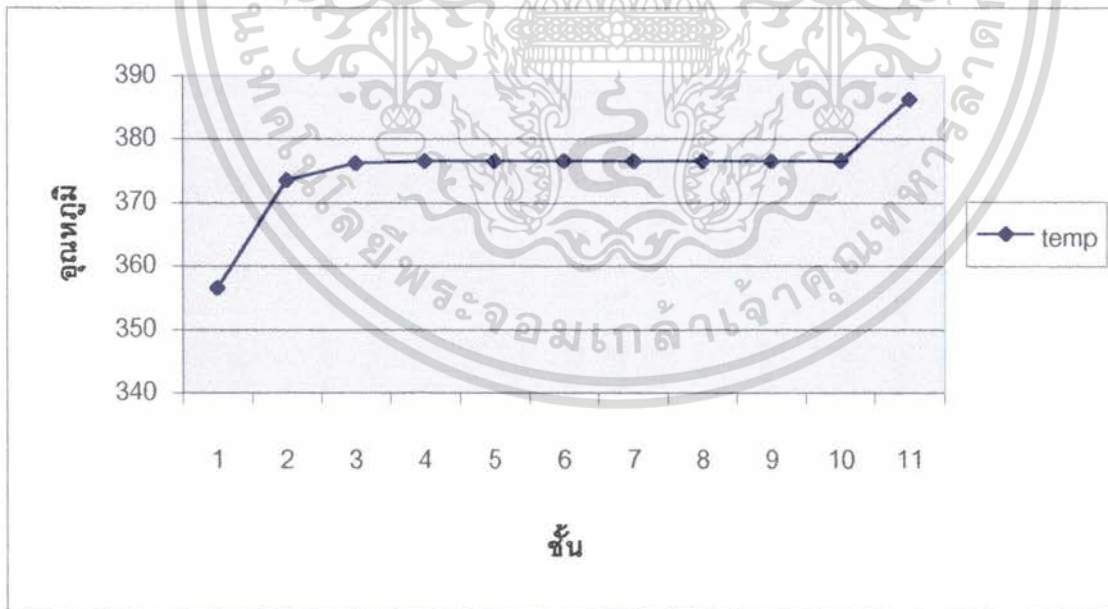


ภาพที่ 36 แสดงโปรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวกับชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของศูนย์บริการวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีราชภัฏรำไพพรรณี
(เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน 60% , ออกเทน 40 % โดยปริมาตร)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 37 แสดงโพรไฟล์ของปริมาณองค์ประกอบในสายของไอกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน 60% , ออกเทน 40% โดยปริมาตร)



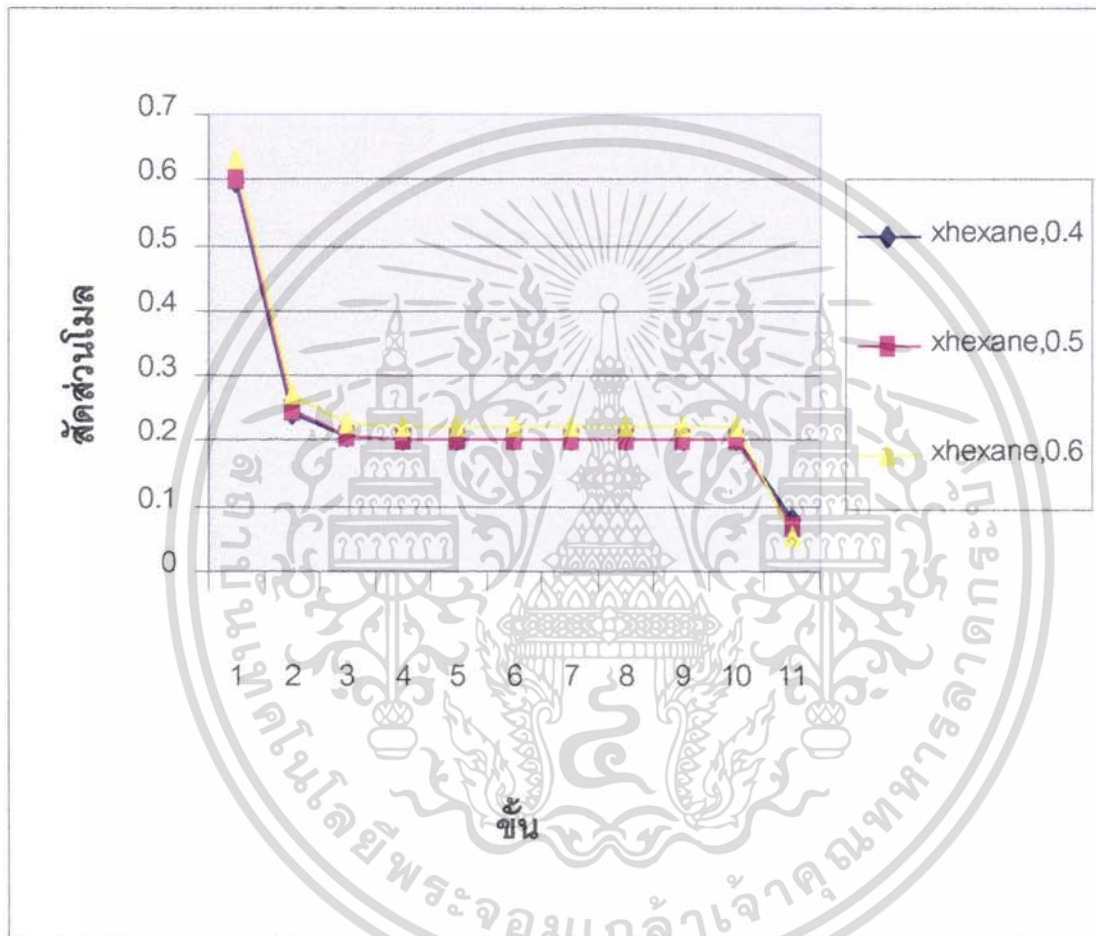
ภาพที่ 38 แสดงโพรไฟล์ของอุณหภูมิกับชั้น (เมื่อกำหนดองค์ประกอบของสายฟีด (Feed) ที่มี เฮกเซน 60% , ออกเทน 40% โดยปริมาตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✦ เปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเฮกเซนต่าง ๆ ใน สายฟีด

(Feed)

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของเฮกเซน ของสายฟีด (Feed) ในกรณีที่มี เฮกเซน 40% , 50 % และ 60 % โดยปริมาตร ดังแสดงในภาพที่ 39



ภาพที่ 39 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเฮกเซนใน สายฟีด

(Feed)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สรุป

1. จากผลการ Run program พบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งชั้นของสายฟีด (Feed) ที่ ชั้นที่ 8, 9 และ 10 พบว่าความสามารถในการแยกสารของหอกลิ้นในสภาวะที่กำหนดให้ยังไม่ดีนัก โดยดูจาก profile การเปลี่ยนแปลงของปริมาณองค์ประกอบของ hexane ในสายของเหลว ซึ่งเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของสายฟีด (Feed) ที่แตกต่างกันค่าสัดส่วน โมลของสารที่ออกจากคอลัมน์ ทั้งทางด้านบนและด้านล่างของคอลัมน์ก็มีการเปลี่ยนแปลงแต่ไม่เด่นชัด เป็นเพราะการกำหนด สภาวะของหอกลิ้นยังไม่เหมาะสม และผลจากการกำหนดชั้นของสายฟีดเข้า (Feed) ที่ใกล้เคียงกัน ทั้ง ยังอยู่ตอนล่างของ คอลัมน์เป็นผลทำให้การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของ Feed มีผลต่อการแยกสาร ออกจากของสารผสมน้อย

อย่างไรก็ดีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของสายฟีดเข้า (Feed) นั้นน่าจะมีผลในการเปลี่ยนแปลง กระบวนการในหอกลิ้นบ้าง โดยดูจากช่วงการเปลี่ยนแปลงของชั้นที่ต่ำกว่าชั้นของสายฟีด(Feed) พบว่าตำแหน่งของสายฟีดเข้า (Feed) ที่สูงขึ้นมีประสิทธิภาพในการแยกสารดีขึ้น

2. จากผลการ Run program พบว่า เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงอัตราฟีดล็ก (Reflux ratio) เข้า ทางด้านบนของคอลัมน์ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปริมาณองค์ประกอบในสายของเหลวเมื่อผ่าน ชั้นต่าง ๆ ในคอลัมน์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ hexane ในเฟสของเหลวไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่จากการศึกษากราฟเปรียบเทียบที่ได้ พบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงอัตราฟีดล็ก (Reflux ratio) ให้มากขึ้น การแยกสารหรือองค์ประกอบออกจากสารผสมจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดย สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ hexane ในสายของเหลว เมื่อกำหนดอัตราฟีดล็ก (Reflux ratio) เป็น 1 และ 0.2

นอกจากนี้ยังสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราฟีดล็ก (Reflux ratio) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหมายความว่า การเพิ่มปริมาณของเหลวในคอลัมน์เป็นผลให้ เราต้องเพิ่มปริมาณความร้อนที่ใส่เพื่อใช้ในการกลายเป็นไอขององค์ประกอบในสารผสม โดย สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความร้อนที่ต้องใส่ที่ รีบอยเลอร์ (Reboiler) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราฟีดล็ก (Reflux ratio) ซึ่งออกมาในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อเพิ่มอัตรา ฟีดล็ก (Reflux ratio) ปริมาณความร้อนที่ใส่จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น

3. เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนโมลของสายฟีด (Feed) เมื่อกำหนดให้ชั้นของสายฟีด (Feed) เข้าและสถานะต่าง ๆ ในคอลัมน์กึ่งที่ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณองค์ประกอบของ hexane ในสายของเหลวมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนเกือบจะคงที่ เป็นผลมาจากการที่กำหนด ปริมาณอัตราส่วนของ hexane ในสายฟีด (Feed) ที่ใกล้เคียงทำให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัดนัก แต่อย่างไรก็ตามการทำการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนของ hexane ในสายฟีด (Feed) ยังพบว่าปริมาณองค์ประกอบของ hexane เมื่อเราให้ปริมาณเพิ่มขึ้น การแยกตัวของสารผสมจะมีประสิทธิภาพดีขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต . 2541. วิศวกรรมอาหาร:หน่วยปฏิบัติการในอุตสาหกรรม
2,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : บริษัท ที . เอ ลีฟวิ่ง จำกัด.
- Carl. L. Y. Chemical properties handbook .New York :McGraw-Hill
- David. M. H. Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering . 6th ed. New Jersey :
Prentice-Hall,Inc..
- David. R. L. 1999. Handbook of Chemistry and Physics .80th ed. New York : CRC Press,Inc..
- King. C. J. 1982. Separation Processes . 2th ed. New York : McGraw-Hill,Inc..
- Luyben , Willian L. and Wanzel. L. A. Chemical Process Analysis: mass and energy balances .
New Jersey : Prentice-Hall,Inc..
- Robert. C. R. , John. M. P. and Bruce E. P. The properties of gases and liquids . 4th ed.
New York : McGraw-Hill,Inc..
- Warren. L. M. , Julian. C. S. and Peter H. 1993. Unit Operations of chemical engineering 5th
ed.Singapore : McGraw-Hill,Inc..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix A

Vapor Pressures of Various Substances

Antoine equation:

$$\ln(p^*) = A - B/(C+T)$$

where p^* = vapor pressure, mmHg

T = temperature, K

A, B, C = constants

Name	Formula	Range(K)	A	B	C
Acetic acid	$C_2H_4O_2$	290-430	16.808	3405.57	-56.34
Acetone	$C_3H_6O_3$	241-350	16.6513	2940.46	-35.93
Ammonia	NH_3	179-261	16.9481	2132.5	-32.98
Benzene	C_6H_6	280-377	15.9008	2788.51	-52.36
Carbon disulfide	CS_2	288-342	15.9844	2690.85	-31.62
Carbon tetrachloride	CCl_4	253-374	15.8742	2808.19	-45.99
Chloroform	$CHCl_3$	260-370	15.9732	2696.79	-46.16
Cyclohexane	C_6H_{12}	280-380	15.7527	2766.63	-50.5
Ethyl acetate	$C_4H_8O_2$	260-385	16.1516	2790.5	-57.15
Ethyl alcohol	C_2H_6O	270-369	18.5242	3578.91	-50.5
Ethyl bromide	C_2H_5Br	226-333	15.9338	2511.98	-41.44
n-Heptane	C_7H_{16}	270-400	15.8737	2911.32	-56.51
n-Hexane	C_6H_{12}	245-370	15.8366	2697.55	-48.78
Methyl alcohol	CH_4O	257-364	18.5875	3626.55	-34.29
n-Octane	C_8H_{16}	288-420	15.963	3116.52	-60.39
n-Pentane	C_5H_{12}	22-330	15.8333	2477.07	-39.94
Sulfur dioxide	SO_2	195-280	16.768	2302.35	-35.97
Toluene	$C_6H_5CH_3$	280-410	16.0137	3096.52	-53.67
Water	HO_2	284-441	18.3036	3816.44	-46.13

SOURCE : R.C. Reid , J.M. Prausnitz, and T.K. Sherwood . The Properties of Gases and Liquids, 3rd ed .,

Appendix A New York: McGraw-Hill, 1997.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix B

แสดงตัวอย่างชุดโปรแกรม Turbo C++

```

#include<iostream.h>
#include<conio.h>
#include<math.h>
#include<stdio.h>
#include<iomanip.h>
int m;
int n;
int i;
int j;
int k;
int a;
float dfx[15];
float vapour[15];
float liquid[15];
float x[15][3];
float y[15][3];
float LR;
float VR;
float LS;
float VS;
float ycal[15];
float calydev[15][3];
double oak[15];
float temdepvpoint[15];
int patm;
float reflux;
int overhead;
float molehexane;
float Ppressurehexanedew[15];
float Ppressureoctanedew[15];
float Ppressurehexanebub[15];
float Ppressureoctanebub[15];
float Pcaldev[15];
float errordev[15];
float difftemdev[15];
float enthalpyvapour[15];
float enthalpyliquid[15];
float cvapour[15][3];
float cliquid[15][3];
float molehexane1;

```

37:29 Insert Modified

Start Turbo C++ - [c:\proje... Lantris1 - Microsoft Word 13:14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Turbo C++ - [c:\project\globe\olvel.cpp]
File Edit Search View Project Debug Tool Options Window Help

float stagecondenser(int over,float re )
{
    float liq1 = over*re ;
    return liq1 ;
}

float condensermassbalance(int over, float li)
{
    return (over+li);
}

void stageone ()
{
    temdepvpoint[a] = 300;
loop1:
    Ppressurehexanedew[a]= pow(2.718,15.8368-2697.55/(-48.78+ temdepvpoint[a]));
    Ppressureoctanedew[a]= pow(2.718,15.9630-3118.52/(-60.39+temdepvpoint[a])) ;
    x[a][1] = y[a][1]*patm / Ppressurehexanedew[a];
    x[a][2] = y[a][2]*patm/Ppressureoctanedew[a];
    Pcaldew[a] = 1/((y[a][1]/Ppressurehexanedew[a])+y[a][2]/Ppressureoctanedew[a]);
    errordew[a] = Pcaldew[a]-patm;
    cout<<Ppressurehexanedew[a]<<endl<<Ppressureoctanedew[a]<<endl;
    cout<<"x[a][1]"<<x[a][1]<<endl<<"x[a][2]"<<x[a][2]<<endl;

    if (( fabs( x[a][1]+ x[a][2]-1)>0.001)){
        difftemdew[a] = (1/pow(((y[a][1]/Ppressurehexanedew[a])+y[a][2]/Ppressureoctanedew[a]),2)) * (y[a][1]/Ppressure
        oak[a] = errordew[a]/difftemdew[a];
        temdepvpoint[a] = temdepvpoint[a]-oak[a];

        goto loop1;

        y[a+1][1] = x[a][1];
        y[a+1][2] = 1-y[a+1][1];
        cliquid[1][1] = 78.648+(0.8873*temdepvpoint[a])-(2.9482*1E-3*pow(temdepvpoint[a],2))+4.159*1E-6*pow(temdepvpoint
        cliquid[1][2] = 82.736+(-3.6259*1E-3*temdepvpoint[a])+(9.6459*1E-6*pow(temdepvpoint[a],2))+4.6459*1E-6*pow(temdepv
        enthalpyliquid[1] = ((x[a][1]*cliquid[1][1])+( x[a][2]*cliquid[1][2]))*(temdepvpoint[1]-298)/1000;
        LR= liquid[a];
        VR=vapour[a+1];
    }
}
116:6 Insert Modified

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Turbo C++ - [c:\project\globe\olive1.cpp]
File Edit Search View Project Debug Tool Options Window Help

void stagerectifying()
(
  temdepvpoint[a] = 300;
loop2:
  Ppressurehexanedev[a]= pow(2.718,15.8356-2697.55/(-48.78+ temdepvpoint[a]));
  Ppressureoctanedev[a]= pow(2.718,15.9630-3116.52/(-60.39+temdepvpoint[a]));
  x[a][1] = y[a][1]*patm / Ppressurehexanedev[a];
  x[a][2] = y[a][2]*patm/Ppressureoctanedev[a];
  Pcaldev[a]
    = 1/((y[a][1]/Ppressurehexanedev[a])+(y[a][2]/Ppressureoctanedev[a]));
  errordev[a]
    = Pcaldev[a]-patm;
  if ((fabs(x[a][1]+ x[a][2]-1)>0.001)){
    difftemdev[a] = 1/pow(((y[a][1]/Ppressurehexanedev[a])+(y[a][2]/Ppressureoctanedev[a]))^2)* (y[a][1]/Ppressure
    oak[a]
      = errordev[a]/difftemdev[a];
    temdepvpoint[a] = temdepvpoint[a]-oak[a];

    goto loop2;

    cliquid[a][1] = 78.848+(0.8873*temdepvpoint[a])-(2.8482*1E-3*pow(temdepvpoint[a],2))+(4.189*1E-6*pow(temdepvpoint[a],
    cliquid[a][2] = 82.736+(-3.8254*1E-3*temdepvpoint[a])+(9.8459*1E-6*pow(temdepvpoint[a],2))+(4.6459*1E-6*pow(temdepv
    cvapour[a][1] = 25.824+(0.4193*temdepvpoint[a])-(1.2491*1E-5*pow(temdepvpoint[a],2))+(1.5916*1E-7*pow(temdepvpoint[
    cvapour[a][2] = 29.053+(0.5802*temdepvpoint[a])-(5.7103*1E-5*pow(temdepvpoint[a],2))+(1.9548*1E-7*pow(temdepvpoint[
    enthalpyvapour[a] = ((y[a][1]* cvapour[a][1])+(1-y[a][1])*cvapour[a][2]))*(temdepvpoint[a]-298.15)/1000;
    enthalpyliquid[a] = ((x[a][1]*cliquid[a][1])+(x[a][2]*cliquid[a][2]))*(temdepvpoint[a]-298.15)/1000;
    y[a+1][1]
      = ((reflux*x[a][1])+x[1][1])/(reflux+1);
    y[a+1][2]
      = ((reflux*x[a][2])+x[1][2])/(reflux+1);
    vapour[a+1] =VR;
    liquid[a] = LR;
  }

  void stagefeed()
(
  temdepvpoint[a] = 300;
loop2:
  Ppressurehexanedev[a]= pow(2.718,15.8356-2697.55/(-48.78+ temdepvpoint[a]));
  Ppressureoctanedev[a]= pow(2.718,15.9630-3116.52/(-60.39+temdepvpoint[a]));
  x[a][1] = y[a][1]*patm / Ppressurehexanedev[a];
  k[a][2] = y[a][2]*patm/Ppressureoctanedev[a];

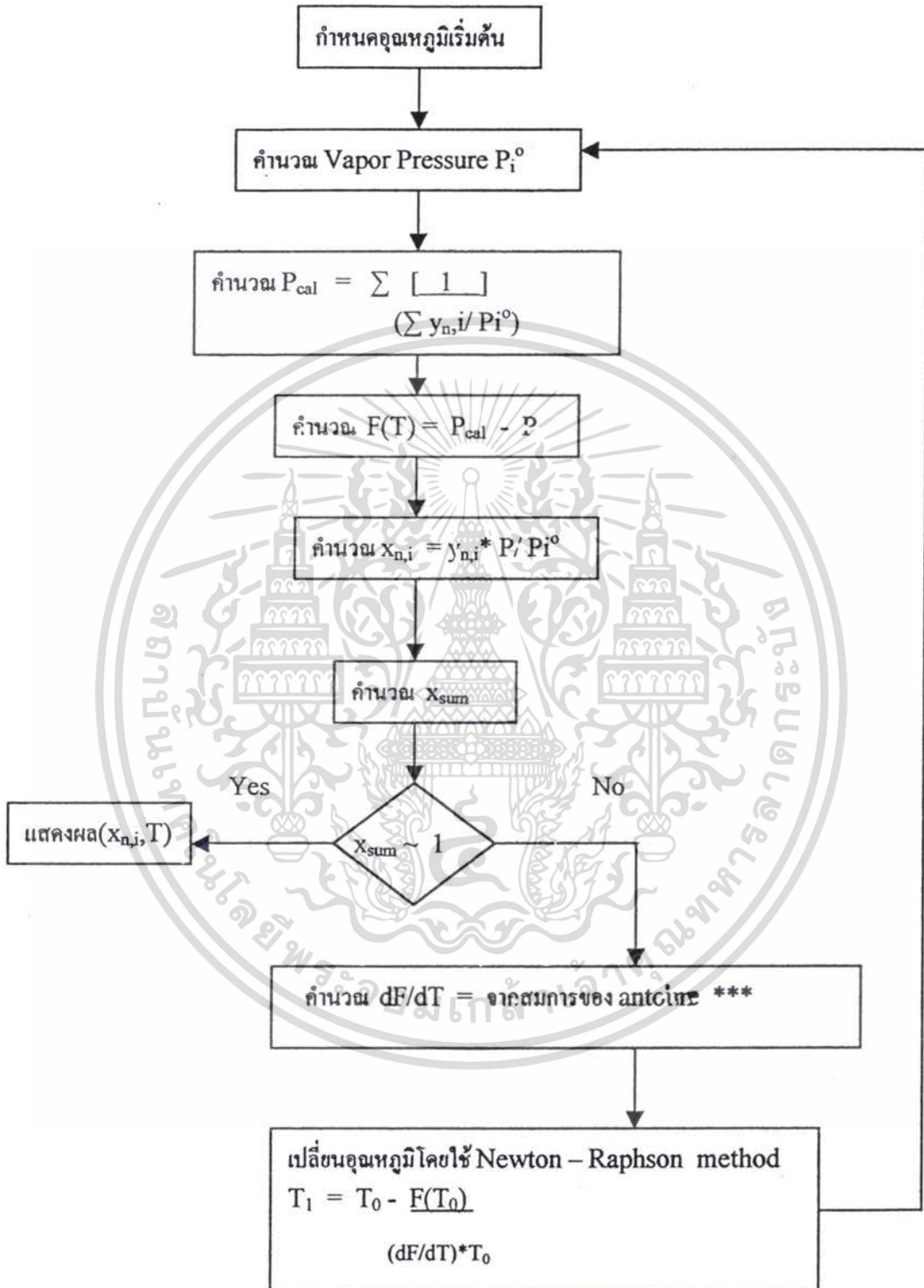
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix C

Flow chart การคำนวณปรับค่าอุณหภูมิใหม่

การคำนวณเพื่อหาอุณหภูมิและสัดส่วน โมลของสารในสมดุลของเหลวสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



หมายเหตุ ; *** = $[\sum (y_i / e^{(A-(B/(C+T))}) * (B/(C+T_0)^2))] / [\sum [y_i / e^{(A-(B/(C+T))})]]^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

- นางสาวนภาพร อรุณยะเดช เกิดวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2522 สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสิรินธร จังหวัดสุรินทร์และกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

- นายวรพจน์ เพิ่มน้ำทิพย์ เกิดวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2523 สถานที่เกิดกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนปทุมคงคา จังหวัดกรุงเทพมหานครและกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้