บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 ผลการเลียนแบบเชิงพลวัตของหอกลั่นที่ไม่มีการควบคุม

ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองหาเส้นโค้งปฏิกิริยาของกระบวนการ และผลการเลียนแบบเชิงพลวัตของหอกลั่นที่ไม่มีการควบคุม ได้สรุปรวบรวมในตารางที่ 6.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ ดังนี้

เมื่ออัตราการไหลของดิสทิลเลตเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับของเหลวในถังรับรีฟลักซ์ลดลง ทำให้มีของเหลวเข้าส่วนของยอดหอลดลง เป็นผลให้อุณหภูมิของยอดหอเพิ่มขึ้น สารหนักในเฟสของเหลว ระเหยได้มากขึ้น ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสไอ คือ ไซลีน จึงเพิ่มขึ้น ดังนั้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสไอ คือ เบนซีน ได้ลดลง เพื่อให้ผลรวมของเศษส่วนโดยโมลของทั้งสามองค์ประกอบมีค่าเท่ากับ 1 ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำลดลง เนื่องจากมวลสารขาออกได้ออกไปทางดิสทิลเลตมาก อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ก้นหอและของไอที่จะเข้าเทรย์ที่1ได้ลดลงเพื่อรักษาสมดุลมวลสาร เป็นผลให้อุณหภูมิของหม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้น สารเบาระเหยเป็นไอได้มากขึ้น ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีน จึงเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีน ได้ลดลง

เมื่ออัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น ทำให้ระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์ลดลง ระดับของเหลวในเทรย์บนสุดได้เพิ่มขึ้น อุณหภูมิของยอดหอจึงลดลง สารหนักในเฟสของเหลว ระเหยได้น้อยลง ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสไอ คือ ไซลีน จึงลดลง และความเข้มข้นของสารเบาในเฟสไอ คือ เบนซีน เพิ่มขึ้น ของเหลวจะไหลลงสู่ด้านล่างของหอจนทำให้ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำสูงขึ้น อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำจะลดลง อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ก้นหอและไอที่ไปสู่เทรย์ที่1 ก็จะเพิ่มขึ้น สารเบาระเหยเป็นไอได้น้อยลง ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีน เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีน ลดลง

เมื่ออัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ก้นหอเพิ่มขึ้น อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำจะลดลงเนื่องจากความร้อนได้เสียไปกับผลิตภัณฑ์ก้นหอที่ไหลออกไป ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำลดลง สารเบาระเหยเป็นไอเพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนที่เข้ามาคงที่ตลอดเวลา ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีน จึงลดลง ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีน เพิ่มขึ้น ไอที่ออกไปเข้าเทรย์ที่ 1 ซึ่งเพิ่มขึ้น เมื่อไปถึงด้านบนของหอกลั่น ทำให้อุณหภูมิของยอดหอเพิ่มขึ้น สารหนักระเหยเป็นไอเพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสไอ คือ ไซลีน เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสไอ คือ เบนซีนลดลง เมื่อไอเข้าเครื่องควบแน่น ของเหลวที่ได้ย่อมมากขึ้น ระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น อัตราการไหลของดิสทิลเลตและรีฟลักซ์จึงเพิ่มขึ้น

เมื่อพลังงานความร้อนที่ให้แก่หม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้น ของเหลวกลายเป็นไอได้มากขึ้น ซึ่งทำให้ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำลดลง อัตราการไหล

ของผลิตภัณฑ์ก้นหอจะลดลง สารเบาระเหยกลายเป็นไอได้มากขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีนลดลง และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีนเพิ่มขึ้น เมื่อสารเบาระเหยกลายเป็นไอได้มากขึ้น และได้ขึ้นสู่ยอดหอ อุณหภูมิของยอดหอจะเพิ่มขึ้น สารหนักระเหยเป็นไอเพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสไอ คือ ไซลีน เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสไอ คือ เบนซีนลดลง เมื่อควบแน่น ทำให้ได้ระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น อัตราการไหลของดิสทิลเลต และอัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสไอ คือ เบนซีนลดลงในตอนแรก เนื่องจากของเหลวในเทรย์ด้านบนได้ไหลลงสู่ก้นหอ สารเบาในเฟสไอระเหยได้น้อย

เมื่ออัตราการไหลของสารป้อนเพิ่มขึ้น การไหลไปยังส่วนล่างของหอกลั่นจะมากขึ้น ทำให้ให้ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ก้นหอจะเพิ่มขึ้น ไอที่เข้าเทรย์ที่ 1 น้อยลงเพราะของเหลวในหม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้นในขณะที่พลังงานความร้อนที่ให้แก่หม้อต้มซ้ำมีอยู่เท่าเดิม สารเบาระเหยได้น้อย ทำให้ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีนเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีน ลดลง เมื่อไอที่เข้าเทรย์ที่ 1 น้อยลง เมื่อขึ้นไปยังยอดหอ อุณหภูมิของยอดหอลดลง สารหนักระเหยได้น้อย ทำให้ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสไอ คือ เบนซีนเพิ่มขึ้น เมื่อไอเข้าเครื่องควบแน่น ของเหลวที่ได้ย่อมน้อยลง ระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์ลดลง อัตราการไหลของดิสทิลเลตลดลง อัตราการไหลของรีฟลักซ์ลดลง

เมื่ออุณหภูมิของสารป้อนเพิ่มขึ้น ของเหลวที่ไหลไปยังส่วนล่างของหอกลั่นซึ่งมีอุณหภูมิสูง ทำให้อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้น สารเบาจะระเหยเป็นไอได้มากขึ้น ทำให้

ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีนลดลง และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีนเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันไอที่ขึ้นไปยังส่วนบนของหอกลั่นซึ่งมีอุณหภูมิสูง ทำให้อุณหภูมิในยอดหอสูงขึ้น สารหนักระเหยเป็นไอได้มากขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของสารหนักในเฟสไอ คือ ไซลีนเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสไอ คือ เบนซีน ลดลง

6.2 สรุปผลการเลียนแบบเชิงพลวัตของระบบควบคุมหอกลั่นที่มีการควบคุมองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์หนึ่งตำแหน่ง

ผลการทดลองการเลียนแบบเชิงพลวัตของระบบควบคุมหอกลั่น ที่ควบคุมด้วยวิธี *VD* *VL* และ *LV* โดยทั้งสามรูปแบบการควบคุม ได้ทำการเลียนแบบเชิงพลวัตในสภาวะที่ตัวรบกวน และค่าเซ็ทพอยท์มีการเปลี่ยนแปลงแบบเสต็พ ได้สรุปในตารางที่ 6.2 ถึง 6.4 สำหรับระบบควบคุมหอกลั่นที่ควบคุมด้วยวิธี *VD* และ*VL* สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ ดังนี้

เมื่ออัตราการไหลของสารป้อนเพิ่มขึ้น การไหลไปยังส่วนล่างของหอกลั่นจะมากขึ้น ทำให้ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้น ระบบจะควบคุมระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำ โดยการให้ผลิตภัณฑ์ก้นหอไหลออกเพิ่มขึ้น อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำจะลดลงในตอนแรก ทำให้สารเบาระเหยได้น้อย ทำให้ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีน เพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีน ลดลง ระบบจะควบคุมความเข้มข้นของไซลีนในผลิตภัณฑ์ก้นหอ โดยเพิ่มอัตราการให้ความร้อนแก่หม้อต้มซ้ำ อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำจะเพิ่มขึ้นในตอนหลัง ทำให้สารเบาระเหยได้มากขึ้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีน ลดลง และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีน

เพิ่มขึ้นจนถึงค่าเซ็ทพอยท์ที่ต้องการ ไอที่เข้าเทรย์ที่ 1 เพิ่มขึ้น เมื่อขึ้นไปยังยอดหอ อุณหภูมิของยอดหอจึงเพิ่ม เมื่อไอเข้าเครื่องควบแน่น ของเหลวที่ได้ย่อมเพิ่มขึ้น ระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น ระบบจะควบคุมระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์ โดยให้ อัตราการไหลของดิสทิลเลตและอัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น

เมื่ออุณหภูมิของสารป้อนเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำเพิ่มขึ้น ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำลดลง ระบบจะควบคุมระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำ โดยการให้ผลิตภัณฑ์ก้นหอไหลออกลดลง อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำจะเพิ่มขึ้นในตอนแรก ทำให้สารเบาระเหยได้มาก ทำให้ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีน ลดลง และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีนเพิ่มขึ้น ระบบจะควบคุมความเข้มข้นของไซลีนในผลิตภัณฑ์ก้นหอ โดยลดอัตราการให้ความร้อนแก่หม้อต้มซ้ำ อุณหภูมิในหม้อต้มซ้ำจะลดลงในตอนหลัง ทำให้สารเบาระเหยได้น้อย ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีนเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีนลดลงจนถึงค่าเซ็ทพอยท์ที่ต้องการ

เมื่อเปลี่ยนค่าเซ็ทพอยท์ของความเข้มข้นของไซลีนในผลิตภัณฑ์ก้นหอให้เพิ่มขึ้น ระบบจะควบคุมให้เป็นไปตามความต้องการ โดยเพิ่มอัตราการให้ความร้อนแก่หม้อต้มซ้ำ เพื่อให้สารเบาระเหยได้มากขึ้น ความเข้มข้นของสารเบาในเฟสของเหลว คือ เบนซีน ลดลง และความเข้มข้นของสารหนักในเฟสของเหลว คือ ไซลีน เพิ่มขึ้นจนถึงค่าเซ็ทพอยท์ที่ต้องการ เมื่อเพิ่มอัตราการให้ความร้อนแก่หม้อต้มซ้ำ ไอที่เข้าเทรย์ที่ 1 เพิ่มขึ้น เมื่อขึ้นไปยังยอดหอ อุณหภูมิของยอดหอจึงเพิ่ม เมื่อไอเข้าเครื่องควบแน่น ของเหลวที่ได้ย่อมเพิ่มขึ้น ระดับ

ของเหลวในถังรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น ระบบจะควบคุมระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์ โดยให้ อัตราการไหลของดิสทิลเลตและอัตราการไหลของรีฟลักซ์เพิ่มขึ้น

ผลการทดลอง การควบคุมหอกลั่นด้วยวิธี *VD VL* และ *LV* ได้คำนวณค่าอินทีกรัลของค่าสัมบูรณ์ของความผิดพลาด (*IAE*) ซึ่งหาได้จากสมการ ดังนี้

$$IAE = \int_0^{\infty} e(t)dt$$

การออกแบบตัวควบคุมที่ดีนั้นจะต้องให้ค่าอินทีกรัลของค่าสัมบูรณ์ของความผิดพลาดน้อยที่สุด ผลการคำนวณหาค่าอินทีกรัลของค่าสัมบูรณ์ของความผิดพลาด ที่ได้จากการควบคุมหอกลั่นด้วยวิธี *VD VL* และ *LV* สรุปไว้ในตารางที่ 6.5 และลำดับโครงสร้างการควบคุมที่ดี จากการพิจารณาค่าอินทีกรัลของค่าสัมบูรณ์ของความผิดพลาด ไว้ในตารางที่ 6.6 และ 6.7

เมื่อพิจารณาโครงสร้างการควบคุมที่ดี โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาค่าอินทีกรัลของค่าสัมบูรณ์ของความผิดพลาด สรุปได้ว่า โครงสร้างการควบคุมด้วยวิธี *VD* มีประสิทธิภาพในการควบคุมที่เหมาะสมกับการนำไปควบคุมกระบวนการที่ต้องการควบคุมระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์และในหม้อต้มซ้ำ และควบคุมความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ด้วยอัตราการให้ความร้อนแก่หม้อต้มซ้ำ มากกว่าวิธี *VL* เพราะให้ค่าผลรวมโครงสร้างการควบคุมที่ดี ลำดับที่ 1 มาก

ตัวแปรที่เพิ่ม	ผลของตัวแปรต่างๆ ของหอกลั่นที่ไม่มี การควบคุม													
	Y_B	Y_T	Y_X	L_D	$T_{20th\ tray}$	R	D	X_B	X_T	X_X	L_R	T_R	V	B
D	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	ลด	-	ลด	ลด	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	ลด	เพิ่มแล้วลด
R	เพิ่ม	ลด	ลด	ลด	ลด	-	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม
B	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	ลด	เพิ่ม	ลด	ลด	เพิ่ม	-
Steam	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	ลด	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่มแล้วลด
F_F	เพิ่ม	ลด	ลด	ลด	ลด	ลด	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	ลด	ลด	เพิ่ม
T_F	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	ลด	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	เพิ่มแล้วลด	ลด

ตาราง 6.1 ผลกระทบของตัวแปรปรับและตัวแปรรบกวนที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ของหอกลั่น โดยไม่มีการควบคุม

* Y_B, Y_T, Y_X = mole fraction of Benzene, Toluene, Xylene in vapor from 20th tray, X_B, X_T, X_X = mole fraction of Benzene, Toluene , Xylene in bottom

L_D = level in drum, $T_{20th\ tray}$ = temperature of 20th tray, R = reflux, D = distillate, L_R = level in reboiler, T_R = temperature in reboiler,

V = vapor flow to 1st tray , B = bottom, Steam = steam in reboiler , F_F =feed flowrate, T_F = feed temperatur

ตัวแปรที่เพิ่ม	ผลของตัวแปรต่างๆ ของหอกลั่นที่มีการควบคุมแบบ VD														
	Y_B	Y_T	Y_X	L_D	$T_{20th\ tray}$	R	D	X_B	X_T	X_X	L_R	T_R	V	B	Q
F_F	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเพิ่มเล็กน้อย	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	ลดแล้วเพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม
T_F	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเพิ่มเล็กน้อย	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่มแล้วลด	ลด	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	ลด
SP of X_X	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	ลด	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม

ตาราง 6.2 ผลกระทบของตัวแปรรบกวนที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ของหอกลั่น โดยมีการควบคุมแบบ VD

* Y_B, Y_T, Y_X = mole fraction of Benzene, Toluene, Xylene in vapor from 20th tray, X_B, X_T, X_X = mole fraction of Benzene, Toluene, Xylene in bottom

L_D = level in drum, $T_{20th\ tray}$ = temperature of 20th tray, R = reflux, D = distillate, L_R = level in reboiler, T_R = temperature in reboiler,

V = vapor flow to 1st tray, B = bottom, Steam = steam in reboiler, F_F =feed flowrate, T_F = feed temperature

ตัวแปรที่เพิ่ม	ผลของตัวแปรต่างๆ ของหอกลั่นที่มีการควบคุมแบบ VL														
	Y_B	Y_T	Y_X	L_D	$T_{20th\ tray}$	R	D	X_B	X_T	X_X	L_R	T_R	V	B	Q
F_F	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเพิ่มเล็กน้อย	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	ลดแล้วเพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม
T_F	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเพิ่มเล็กน้อย	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่มแล้วลด	ลด	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	ลด
SP of X_X	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	ลด	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม

ตาราง 6.3 ผลกระทบของตัวแปรรบกวนที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ของหอกลั่น โดยมีการควบคุมแบบ VL

* Y_B, Y_T, Y_X = mole fraction of Benzene, Toluene, Xylene in vapor from 20th tray, X_B, X_T, X_X = mole fraction of Benzene, Toluene, Xylene in bottom

L_D = level in drum, $T_{20th\ tray}$ = temperature of 20th tray, R = reflux, D = distillate, L_R = level in reboiler, T_R = temperature in reboiler,

V = vapor flow to 1st tray , B = bottom, Steam = steam in reboiler , F_F =feed flowrate, T_F = feed temperatur

ตัวแปรที่เพิ่ม	ผลของตัวแปรต่างๆ ของหอกลั่นที่มีการควบคุมแบบ LV													
	Y_B	Y_T	Y_X	L_D	$T_{20th\ tray}$	R	D	X_B	X_T	X_X	L_R	T_R	V	B
F_F	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	ลด	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม
T_F	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	ลดแล้วเพิ่ม	เพิ่มแล้วลด	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	เพิ่มแล้วลด	ลดแล้วเพิ่ม	ลด
SP of Y_B	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	ลด	แกว่งแล้วเข้าใกล้ค่าเดิม	เข้าสู่เซ็ทพอยท์	ลด	เพิ่ม	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม	ลด	แกว่งแล้วเข้าสู่เซ็ทพอยท์	ลด	เพิ่ม	เพิ่ม

ตาราง 6.4 ผลกระทบของตัวแปรรบกวนที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ของหอกลั่น โดยมีการควบคุมแบบ LV

* Y_B, Y_T, Y_X = mole fraction of Benzene, Toluene, Xylene in vapor from 20th tray, X_B, X_T, X_X = mole fraction of Benzene, Toluene, Xylene in bottom

L_D = level in drum, $T_{20th\ tray}$ = temperature of 20th tray, R = reflux, D = distillate, L_R = level in reboiler, T_R = temperature in reboiler,

V = vapor flow to 1st tray , B = bottom, Steam = steam in reboiler , F_F =feed flowrate, T_F = feed temperatur

ตารางที่ 6.5 แสดงค่า IAE ของการควบคุมด้วยวิธี *VD*, *VL* และ *LV*

การควบคุม	ค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบเสต็พ	ค่า IAE ที่ เวลา 1.5 hr		
		วิธี *VD*	วิธี *VL*	วิธี *LV*
ระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์	อัตราการไหลของสารป้อน	0.000873	0.003472	0.000383
	อุณหภูมิของสารป้อน	0.000636	0.001180	0.002832
	เซ็ทพอยท์ของความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	0.001015	0.002358	0.003266
ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำ	อัตราการไหลของสารป้อน	0.001859	0.002067	0.004583
	อุณหภูมิของสารป้อน	0.002390	0.002406	0.003746
	เซ็ทพอยท์ของความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	0.004333	0.004302	0.002587
ความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	อัตราการไหลของสารป้อน	0.001245	0.001467	0.000156
	อุณหภูมิของสารป้อน	0.000791	0.000625	0.001067
	เซ็ทพอยท์ของความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	0.001323	0.001196	0.001108

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 แสดงการลำดับโครงสร้างการควบคุมระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์และระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำ โดยใช้ค่า IAE เป็นเกณฑ์

การควบคุม	ค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบเสตีพ	โครงสร้างการควบคุมที่ดี ตามลำดับ		
		1	2	3
ระดับของเหลวในถังรีฟลักซ์	อัตราการไหลของสารป้อน	*LV*	*VD*	*VL*
	อุณหภูมิของสารป้อน	*VD*	*VL*	*LV*
	เซ็ทพอยท์ของความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	*VD*	*VL*	*LV*
ระดับของเหลวในหม้อต้มซ้ำ	อัตราการไหลของสารป้อน	*VD*	*VL*	*LV*
	อุณหภูมิของสารป้อน	*VD*	*VL*	*LV*
	เซ็ทพอยท์ของความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	*LV*	*VL*	*VD*
ผลรวมโครงสร้างการควบคุมที่ดี *VD*		4	1	1
ผลรวมโครงสร้างการควบคุมที่ดี *VL*		0	5	1
ผลรวมโครงสร้างการควบคุมที่ดี *LV*		2	0	4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.7 แสดงการลำดับโครงสร้างการควบคุมความเข้มข้นขององค์ประกอบ โดยใช้ค่า IAE เป็นเกณฑ์

การควบคุม	ค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบเสต็พ	โครงสร้างการควบคุมที่ดี ตามลำดับ		
		1	2	3
ความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	อัตราการไหลของสารป้อน	*VD*	*VL*	*LV*
	อุณหภูมิของสารป้อน	*VL*	*VD*	*LV*
	เซ็ทพอยท์ของความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ต้องการควบคุม	*LV*	*VL*	*VD*
ผลรวมโครงสร้างการควบคุมที่ดี *VD*		1	1	1
ผลรวมโครงสร้างการควบคุมที่ดี *VL*		1	2	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การเรียนรู้และใช้โปรแกรมสปีดอัพ ส่วนหนึ่ง จะต้องเรียนรู้ถึงระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (UNIX)

2. ได้ทราบสมรรถนะเชิงพลวัตของหอกลั่น ในกรณีที่ไม่มีการควบคุม

3. ได้ทราบสมรรถนะเชิงพลวัตของหอกลั่น ในกรณีที่มีการควบคุมหอกลั่น โดยใช้โครงสร้างการควบคุมทั้ง 3 วิธี

ทั้ง 2 กรณี ทำให้ผู้ปฏิบัติการ, วิศวกร, พนักงาน มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพลวัตของระบบควบคุมหอกลั่นมากยิ่งขึ้น

4. โปรแกรมสปีดอัพที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถปรับเปลี่ยนและใช้สำหรับการประเมินหาเมื่อใช้โครงสร้างการควบคุมอื่นๆ และใช้เทคนิคการควบคุมในขั้นสูงได้

5. แบบจำลองของหอกลั่นสามารถเปลี่ยนจำนวนเทรย์, ตำแหน่งของเทรย์ป้อน และสามารถขยายให้มีการดึงผลิตภัณฑ์ออกด้านข้างได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย