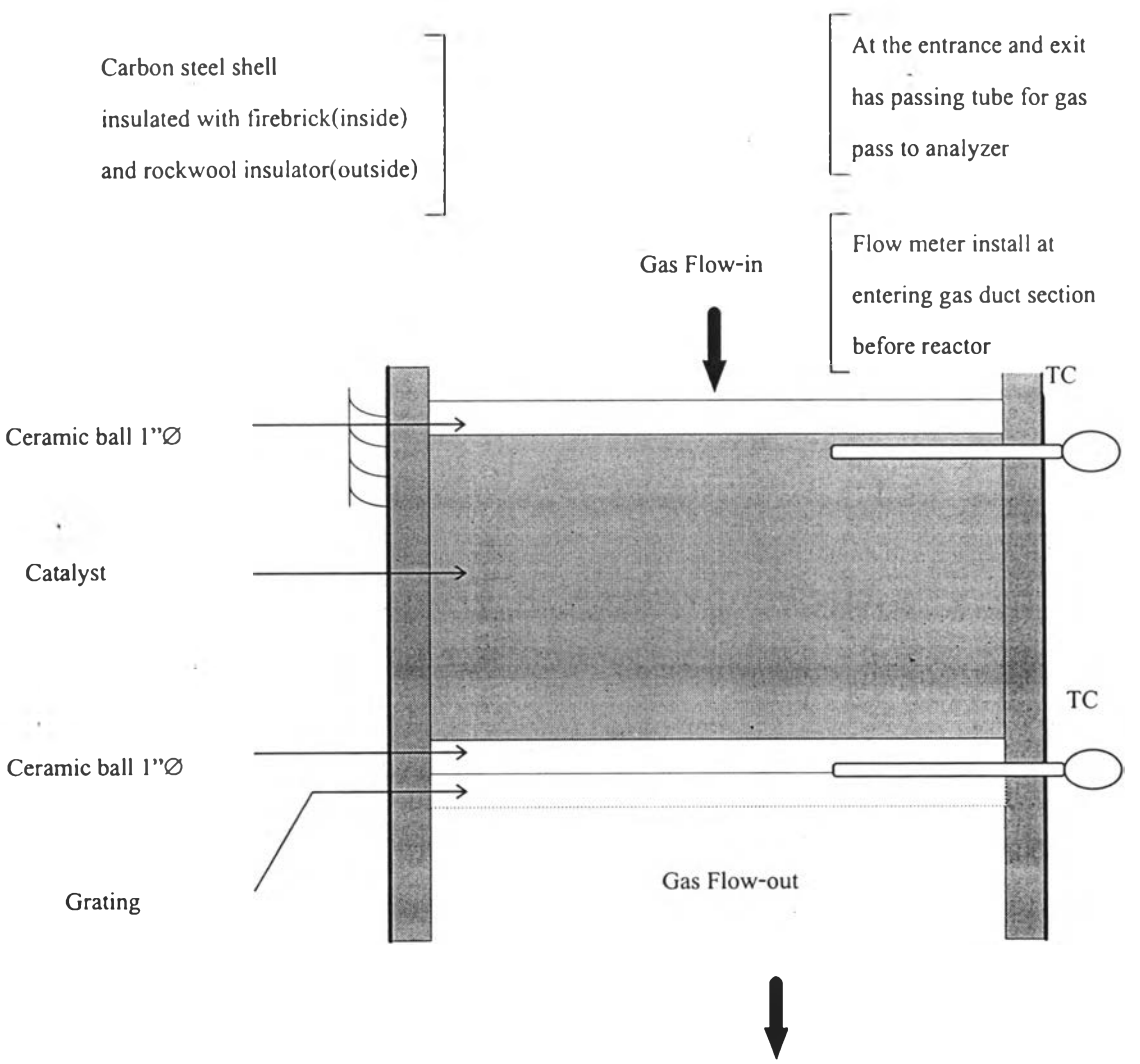
บทที่ 5
การทดสอบ แบบจำลอง เงื่อนไขและผลการจำลอง

5.1 โรงงานผลิตกรด ที่ใช้ในการศึกษาและทดสอบแบบจำลอง

เป็นโรงงานประเภท Double Contact / Double Absorbtion (DC/DA) ซึ่งมีลักษณะเด่นที่สำคัญคือ ผ่านกระบวนการ contact หรือการเปลี่ยน SO_2 เป็น SO_3 2ครั้ง และผ่านกระบวนการ ดูดซับ (absorb) ในหอดูดซับ (absorption tower) 2 ครั้งเช่นกัน เพื่อประสิทธิภาพในการผลิตสูงและลดมลภาวะให้ต่ำที่สุด ดังนั้นโรงงานผลิตกรดกำมะถันประเภทนี้ จึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วไป

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ จะเน้นเฉพาะกระบวนการผลิตในเครื่องปฏิกรณ์แบบแพคเท่านั้น โดยจะพิจารณาให้ลึกซึ้งในช่วงของการเริ่มต้นการทำงาน (start up) ของเครื่องปฏิกรณ์เท่านั้น



รูปที่ 5-1 ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาในเครื่องปฏิกรณ์

ข้อมูลเฉพาะของเครื่องปฏิกรณ์

-กำลังการผลิต 200 ตันต่อวัน

-วัตถุดิบจากกำมะถันเกล็ด

-รูปร่าง ทรงกระบอกตั้ง เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.2 เมตร

-วัสดุผนังเป็น Carbon Steel บุภายในด้วยอิฐทนไฟหนา 115 cm ผนังภายนอกบุด้วยฉนวนใยหิน(Rock Wool) หนา 10 cm

-ตะแกรง(grating) รองรับชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาทำจาก cast steel

-ด้านบนและด้านล่างของตัวเร่งปฏิกิริยา รองรับและปิดทับด้วย ceramic ball 1″ ∅ เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน

-Thermocouple(TC) เพื่อวัดอุณหภูมิขาเข้า ขาออก ของก๊าซและตัวเร่งปฏิกิริยา ติดตั้งอยู่กับผนัง โดยจุ่มอยู่ในชั้นของตัวเร่งปฏิกิริยา

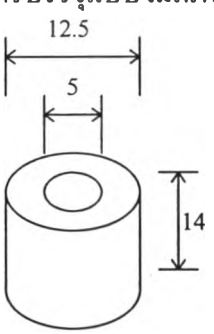
-ทั้งก่อนและหลัง ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา จะติดตั้งท่อนำก๊าซเพื่อส่งก๊าซไปยังเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

ข้อมูลของตัวเร่งปฏิกิริยา

-เป็นชนิด V_2O_5

-รูปร่างทรงกระบอกกลวงตรงกลาง

-บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยา ด้วยวิธีการบรรจุแบบไม่เฉพาะเจาะจง(random)



รูปที่ 5.2 รูปร่างตัวเร่งปฏิกิริยา

5.2 วิธีการเก็บข้อมูล

1.**อัตราการไหลของก๊าซ** : ใช้เครื่องมือวัดแบบ Orifice ติดตั้งบนท่อส่งก๊าซ ซึ่งแสดงค่าที่วัดได้ ในห้องควบคุมได้ตลอดเวลา

2.**อุณหภูมิขาเข้าและออก** : ใช้ Thermocouple ติดตั้งบริเวณทางเข้าและทางออกของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา สามารถแสดงค่ารวมทั้งบันทึกผลแบบต่อเนื่องบนเครื่องบันทึก

3.**ความเข้มข้นของก๊าซ SO_2** : ใช้วิธีการวัดแบบ Reich Test (รายละเอียด วิธีการวิเคราะห์แสดงอยู่ใน ภาคผนวก ค ซึ่งจะต้องต่อท่อนำก๊าซมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการไตเตรท จะได้ข้อมูลความเข้มข้นเป็น % by volume เท่านั้น

5.3 ผลการเก็บข้อมูล

เป็นการเก็บข้อมูลจากโรงงานจริง ณ วันที่ 1 มีนาคม 2541 และด้วยขีดความสามารถของเครื่องมือวัดที่มีอยู่ อัตราการไหลของก๊าซและอุณหภูมิสามารถวัดและแสดงค่าได้ตลอดเวลา ส่วนความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธีการไตเตรท ซึ่งจะใช้เวลาส่วนหนึ่งในการไตเตรท ซึ่งไม่เหมาะสมในการวัดช่วงพลวัต ดังนั้นการวัดความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จึงสามารถวัดได้ในช่วงภาวะคงตัว ซึ่งพอเพียงที่จะใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การทดลองเริ่มด้วย การป้อนก๊าซโดยรักษาสภาวะทั้งอัตราการป้อนก๊าซ อุณหภูมิและความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้คงที่ตลอด และวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิก๊าซขาออกจากชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งสามารถแสดงผลได้ตลอดเวลา และวัดความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขาออกจากชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อถึงจุดภาวะคงตัวแล้ว

สภาวะการป้อน : อัตราการป้อน 5,500 Nm^3/hr

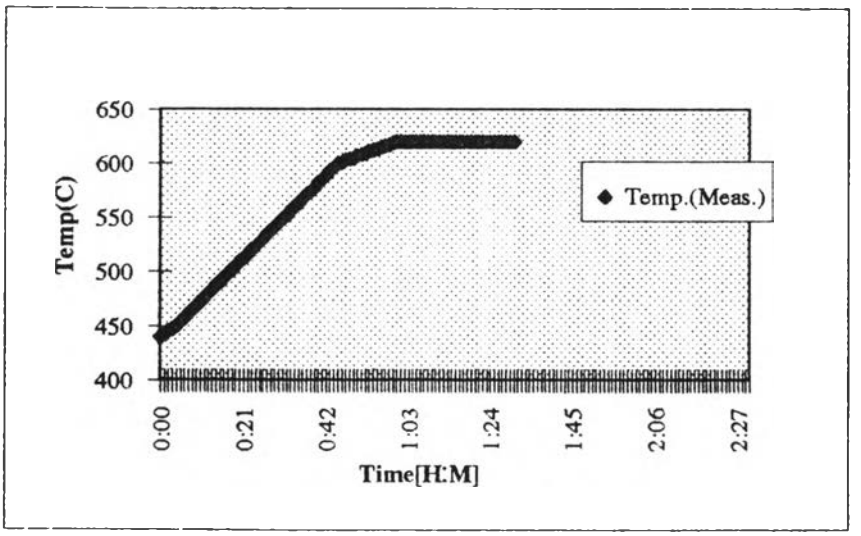
อุณหภูมิ 425 ^oC

ความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 10.5 %by vol

ผลจากการเก็บข้อมูลการทำงานเครื่องปฏิกรณ์ ช่วงภาวะคงตัว แสดงดังตารางที่ 5.1 และข้อมูลการทำงานเครื่องปฏิกรณ์ ช่วงภาวะพลวัต แสดงดังรูปที่ 5.3

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการทำงานเครื่องปฏิกรณ์ ช่วงภาวะคงตัว

ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา	ค่าจากการเก็บข้อมูล			
	ขาเข้า		ขาออก	
	$\%SO_2$	อุณหภูมิ(°C)	$\%SO_2$	อุณหภูมิ(°C)
ชั้นที่ I	10.5	425	3.91	625
ชั้นที่ II	3.91	450	1.32	528
ชั้นที่ III	1.32	430	0.42	463
ชั้นที่ IV	0.42	430	0.10	453
ชั้นที่ V	0.10	420	0.025	422



รูปที่ 5.3 อุณหภูมิ ขาออกชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา ขณะเครื่องปฏิกรณ์ทำงานในช่วงภาวะพลวัต

5.4 <u>การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง</u>

เพื่อความเหมาะสมกับความสามารถของเครื่องคำนวณ แต่จะต้องอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องเพียงพอ จึงได้เริ่มศึกษาจากแบบจำลองที่ไม่ซับซ้อนนัก คือ

แบบจำลอง ซึ่งในพจน์ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาทั้งในสมการสมดุลมวลสารและในสมการสมดุลพลังงาน ใช้สมการอัตราเร็วของปฏิกิริยาของ Kadlec et al.(1972) และสมการสมดุลปฏิกิริยาของ Foglor(1986) ใช้ทดสอบจำลองการทำงานของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาชั้นแรก(Bed I) ซึ่งมีค่าการเปลี่ยน (conversion) สูงสุด โดยใช้สภาวะการทดสอบ ดังนี้

- อุณหภูมิตัวเร่งปฏิกิริยา 425 $^{\circ}C$
- สภาวะการป้อน

  ความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 10.5 % by vol

  อุณหภูมิ 425 $^{\circ}C$

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบค่าจากการเก็บข้อมูลและค่าจากการคำนวณในกรณียังไม่ได้รวมพจน์ความด้านทานการแพร่ผ่านชั้นฟิล์ม

ค่าจากการเก็บข้อมูล				ค่าจากการคำนวณ		ค่าความแตกต่าง	
ขาเข้า		ขาออก		ขาออก			
$\%SO_2$	อุณหภูมิ(°C)	$\%SO_2$	อุณหภูมิ (°C)	$\%SO_2$	อุณหภูมิ (°C)	$\%SO_2$	อุณหภูมิ (°C)
10.50	425	3.91	620	2.84	664	-1.07	44

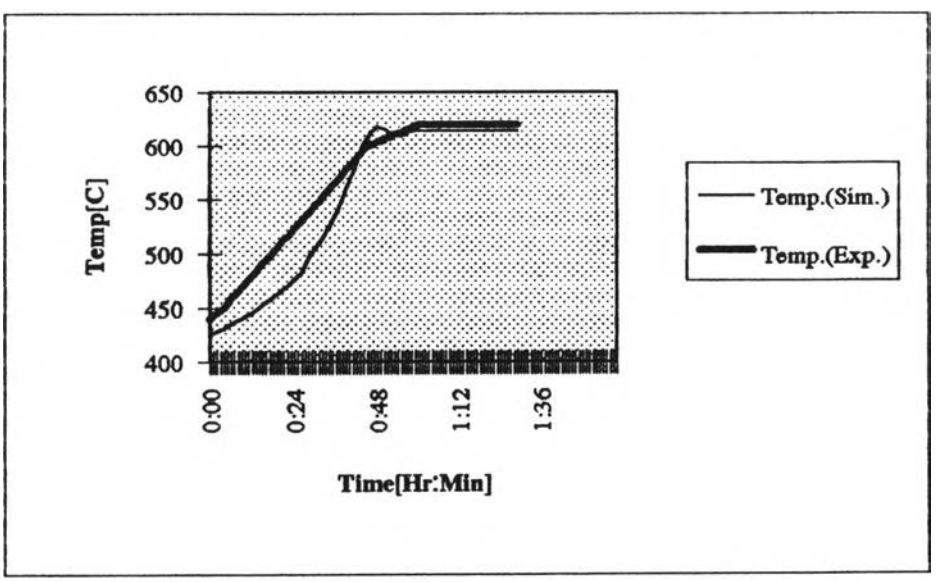
I15296866

ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าจากการคำนวณด้วยแบบจำลองนี้ ยังมีค่าความแตกต่างจากค่าการเก็บข้อมูลมาก จึงได้เพิ่มพจน์ของความด้านทานการแพร่ของสารตั้งต้นผ่านชั้นฟิล์ม(Boundary Layer) และสามารถแสดงผลการคำนวณได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบค่าจากการเก็บข้อมูลและค่าจากการคำนวณในกรณีรวมพจน์ความด้านทานการแพร่ผ่านชั้นฟิล์ม

ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา	ค่าจากการเก็บข้อมูลขาออก		ค่าจากการคำนวณขาออก		ความแตกต่างขาออก	
	$\%SO_2$	อุณหภูมิ(°C)	$\%SO_2$	อุณหภูมิ(°C)	$\%SO_2$	อุณหภูมิ(°C)
ชั้นที่ I	3.91	620	4.13	616	0.22	-4
ชั้นที่ II	1.32	528	1.47	520	0.15	-8
ชั้นที่ III	0.42	463	0.55	461	0.13	-2
ชั้นที่ IV	0.10	453	0.11	449	0.01	-4
ชั้นที่ V	0.025	422	0.013	421	-0.012	-1

ส่วนผลการทดสอบด้านพลวัตแสดงดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 เปรียบเทียบการทำงานเครื่องปฏิกรณ์ ในช่วงพลวัต ค่าจากการเก็บข้อมูลและค่าจากการคำนวณในกรณีรวมพจน์ความด้านทานการแพร่ผ่านชั้นฟิล์ม

จากตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.4 จะเห็นได้ว่า ค่าจากการคำนวณ เมื่อได้รวมเอาพจน์ของความด้านทานการแพร่ผ่านชั้นฟิล์ม ทำให้ผลการคำนวณใกล้เคียง ค่าจากการเก็บข้อมูลมากขึ้น ทั้งในภาวะคงตัว และในระหว่างภาวะพลวัต

โดยเฉพาะในภาวะพลวัต ซึ่งจะทดสอบความถูกต้อง โดยใช้อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ได้ค่าจากเก็บข้อมูล มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ย 195 ^{o}C/hr และค่าจากการคำนวณ มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ย 191 ^{o}C/hr

จึงได้ใช้แบบจำลองนี้ เป็นต้นแบบในการนำไปศึกษา ผลการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ในสภาวะต่างๆ ต่อไป

5.5 <u>การศึกษาจำลองแบบการปฏิบัติงานที่สภาวะต่างๆ</u>

ในงานวิจัยจะเริ่มศึกษาสภาวะการป้อนที่แตกต่างไปจากที่ปฏิบัติงานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อทดสอบหาสภาวะที่ทำให้การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ ประสิทธิภาพดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นขณะเข้าสู่ภาวะคงตัวแล้ว หรือในช่วงพลวัตเมื่อมีการเริ่มต้นการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ก็ตาม

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ในช่วงพลวัต เมื่อมีการเริ่มต้นการทำงานจะขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพการทำงานของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาชั้นที่ 1 ซึ่งมีค่าการเปลี่ยน (conversion) มากถึง~60% และเป็นแหล่งให้ความร้อนสำหรับก๊าซที่จะป้อนเข้าสู่ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาชั้นอื่นด้วย ในการวิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษา ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาชั้นที่ 1 เป็นการเฉพาะ

1.การทดสอบด้วยการเปลี่ยนอุณหภูมิของสายป้อน

อุณหภูมิสายป้อนนับว่ามีผลต่อการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ เป็นอย่างมากโดยในแต่ละชั้นของตัวเร่งปฏิกิริยา ก็ต้องการอุณหภูมิสายป้อนที่แตกต่างกันออกไปเพื่อให้ได้ ค่าการเปลี่ยน (conversion) สูงสุด และผลการศึกษาสามารถ แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบการคำนวณผลการทำงานขณะอยู่ในสภาวะคงตัวของเครื่องปฏิกรณ์เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิสายป้อน

สภาวะสายป้อน	CONVERSION	การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตัวเร่งปฏิกิริยา*
1.อุณหภูมิสายป้อนลดลงเป็น 400 ^{o}C	43.33	134
2.อุณหภูมิสายป้อนลดลงเป็น 415 ^{o}C	55.05	172
3.จากการเก็บข้อมูล 425 ^{o}C	60.67	191

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบการคำนวณผลการทำงานขณะอยู่ในสภาวะคงตัวของเครื่องปฏิกรณ์เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิสายป้อน(ต่อ)

สภาวะสายป้อน	CONVERSION	การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตัวเร่งปฏิกิริยา*
4.อุณหภูมิสายป้อนเพิ่มขึ้นเป็น 435 ^{o}C	64.29	198
5.อุณหภูมิสายป้อนเพิ่มขึ้นเป็น 450^{o}C	66.95	206

*การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา = อุณหภูมิขาออก - อุณหภูมิขาเข้า

ส่วนการเปรียบเทียบ ผลการทำงานเครื่องปฏิกรณ์ ในช่วงภาวะพลวัต เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิสายป้อน แสดงดังรูปที่ 5.5 a และ 5.5 b แสดงอยู่ในช่วงท้ายของบทนี้

2. การทดสอบด้วยการเปลี่ยน**ความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์**

ความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์เช่นเดียวกัน จึงได้มีการทดสอบการป้อนความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่ค่าต่างๆกัน

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบผลการทำงานขณะอยู่ในสภาวะคงตัวของเครื่องปฏิกรณ์เมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของสายป้อน

สภาวะสายป้อน	CONVERSION	การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตัวเร่งปฏิกิริยา*
1.ความเข้มข้นลดลง 10 % ($9.5\%SO_2$)	55.89	159
2.ความเข้มข้นลดลง 5 % ($10.0\%SO_2$)	58.40	175
3.จากการเก็บข้อมูลการทำงาน ($10.5\%SO_2$)	63.67	191
4.ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 5 % ($11.0\%SO_2$)	62.64	207
5.ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 10 % ($11.5\%SO_2$)	64.26	222

*การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา = อุณหภูมิขาออก - อุณหภูมิขาเข้า

ส่วนการเปรียบเทียบ ผลการทำงานเครื่องปฏิกรณ์ ในช่วงภาวะพลวัต เมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์สายป้อน แสดงดังรูปที่ 5.6 a และ 5.6 b แสดงอยู่ในช่วงท้ายของบทนี้

3.การทดสอบด้วยการเปลี่ยนอัตราการป้อน

อัตราการป้อนก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์เช่นเดียวกัน จึงได้มีการทดสอบการป้อนด้วยอัตราการป้อน ที่ค่าต่างๆกัน

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบผลการทำงานขณะอยู่ในสภาวะคงตัวของเครื่องปฏิกรณ์เมื่อเปลี่ยนอัตราการป้อนของสายป้อน

สภาวะสายป้อน	CONVERSION	การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตัวเร่งปฏิกิริยา*
1.อัตราการป้อนลดลง 10 % (4500 Nm^3/hr)	69.23	212
2.อัตราการป้อนลดลง 5 % (5000 Nm^3/hr)	65.33	204
3.จากการเก็บข้อมูลการทำงาน (5500 Nm^3/hr)	60.67	191
4.อัตราการป้อนเพิ่มขึ้น 5 % (6000 Nm^3/hr)	55.90	172
5.อัตราการป้อนเพิ่มขึ้น10 % (6500 Nm^3/hr)	51.33	159

*การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา = อุณหภูมิขาออก - อุณหภูมิขาเข้า

ส่วนการเปรียบเทียบ ผลการทำงานเครื่องปฏิกรณ์ ในช่วงภาวะพลวัต เมื่อเปลี่ยนอัตราการป้อนของสายป้อน แสดงดังรูปที่ 5.7 a และ 5.7 b แสดงอยู่ในช่วงท้ายของบทนี้

จากการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลต่อการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

อุณหภูมิสายป้อน:

การเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนไม่ได้ทำให้อัตราการเข้าสู่ภาวะคงตัวเร็วขึ้น อย่างเห็นได้ชัดเจน เป็นเพราะว่าการเข้าสู่ภาวะคงตัวของเครื่องปฏิกรณ์ หมายถึง การเพิ่มอุณหภูมิให้กับชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา จนถึงอุณหภูมิภาวะคงตัว เนื่องด้วยความจุความร้อนของตัวเร่งปฏิกิริยาสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความร้อนที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาของ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ตัวอย่าง เมื่อใช้อัตราการป้อน 5500 Nm^3/hr ความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 10.5 % สามารถทำให้ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิสูงขึ้น ~3-4 ^oC /min เท่านั้น เพราะถึงแม้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสายป้อน ทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นก็ตาม แต่ปริมาณการเข้าทำปฏิกิริยาของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นน้อยมาก เทียบกับความต้องการความร้อนในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา

พิจารณาสมการอัตราเร็วปฏิกิริยา

$$R = (Ae^{-E/RT})(P_{SO2}P_{O2}^{1/2} - P_{SO3}/K_p)$$

$$K_p = 0.999344Exp(98351.9/RT - 11.24)$$

เมื่อเพิ่มหรือลดอุณหภูมิสายป้อน ผลการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ช่วงเข้าสู่ภาวะคงตัว จะได้ อุณหภูมิของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา และค่าการเปลี่ยน (conversion) ที่สูงขึ้นและลดลง ตามการเพิ่มและการลดของอุณหภูมิสายป้อน ไปด้วย สาเหตุอันเนื่องมาจากอัตราเร็วปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้นและลดลง ซึ่งให้ผลสอดคล้องตามสมการอัตราเร็วปฏิกิริยา ซึ่งอัตราเร็วปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

เมื่อเพิ่มหรือลดอุณหภูมิไม่มากนัก (± 10 ^oC) การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ ในช่วงพลวัต อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ และอัตราการลดลงของ $\%SO_2$ แทบจะไม่แตกต่างจากเดิม แสดงถึงปริมาณการเข้าทำปฏิกิริยาของ SO_2 ที่ไม่แตกต่างจากเดิม

แต่เมื่อลดอุณหภูมิสายป้อนลงมาถึง 400 ^oC ทำให้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ ต่ำลงด้วย เนื่องมาจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ต่ำลงมาก จนส่งผลให้ปริมาณการเข้าทำปฏิกิริยาของ SO_2 มีอัตราลดลงไปด้วย

ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนสูงถึง 450 ^oC อัตราการลดลงของ SO_2 หรือก็คือ อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าการเปลี่ยน (conversion) จะลดลง จนหยุดนิ่งแล้วกลับเพิ่มขึ้นใหม่ เมื่ออุณหภูมิของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาสูงขึ้นไป นั้นเป็นสาเหตุอิทธิพลของค่าคงที่สมดุลปฏิกิริยา คือเมื่อที่อุณหภูมิสูงขึ้น ค่าคงที่สมดุลปฏิกิริยาจะต่ำลง นั่นหมายถึง ปฏิกิริยาจะเกิดย้อนกลับ

ความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของสายป้อน:

การเพิ่มขึ้นของ $\%SO_2$ นั้นทำให้ผลการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ช่วงเข้าสู่ภาวะคงตัว มีอุณหภูมิของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา และค่าการเปลี่ยน (conversion) สูงขึ้น และผลการลด $\%SO_2$ จะให้ผลในทางตรงกันข้าม ซึ่งผลก็สอดคล้องกับสมการอัตราเร็วของปฏิกิริยา ที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น

ในช่วงระหว่างภาวะพลวัต อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา จะสูงขึ้นสำหรับการป้อนที่ความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากขึ้น และลดลง สำหรับการป้อนที่ความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์น้อยลง ซึ่งก็เป็นไปตามปริมาณการเข้าทำปฏิกิริยาของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในกรณีที่ความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของสายป้อนสูงขึ้น หมายถึง ปริมาณการเข้าทำปฏิกิริยาของซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงขึ้น

เมื่ออัตราการเพิ่มอุณหภูมิของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้อัตราการลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมการอัตราเร็วปฏิกิริยา

อัตราการป้อน:

การเพิ่มขึ้นของอัตราการป้อน จะทำให้ผลการทำงานช่วงภาวะคงตัว มีค่าการเปลี่ยน (conversion) และอุณหภูมิต่ำลง และการลดลงของอัตราการป้อน จะส่งผลในทางตรงกันข้าม

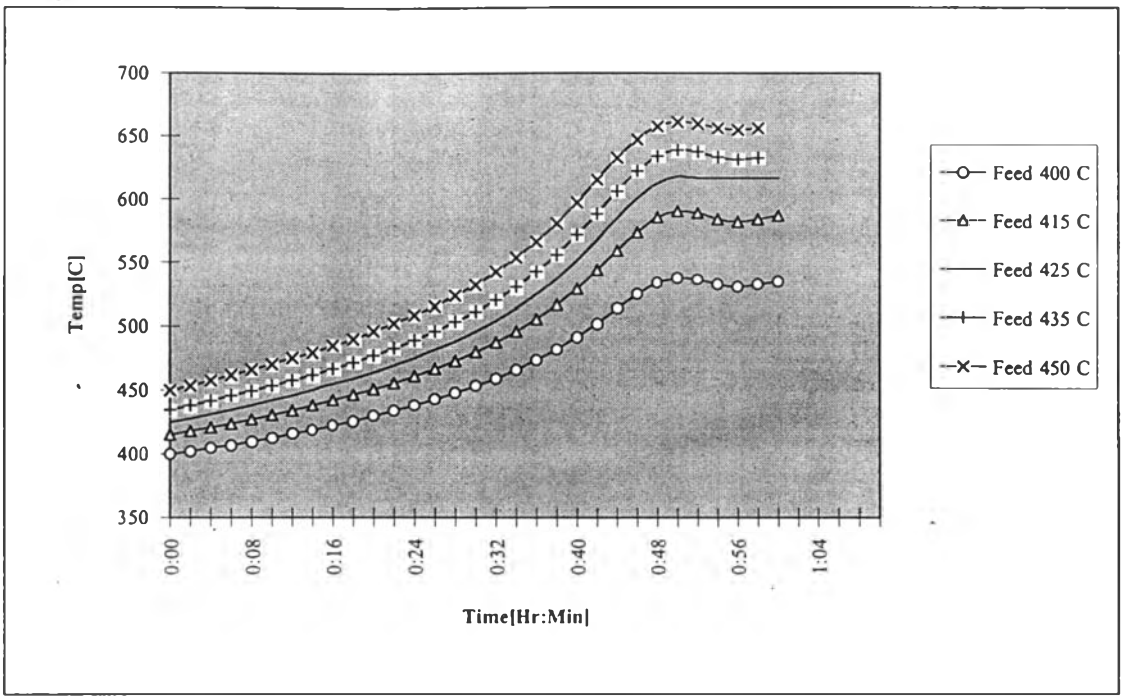
ในช่วงพลวัตนั้น การเพิ่มขึ้นของอัตราการป้อน ส่งผลให้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาเร็วขึ้น สาเหตุอันเนื่องมาจาก การเพิ่มอัตราการป้อนนั้น เป็นการเพิ่มอัตราการเข้าทำปฏิกิริยาของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นั่นเอง

ส่วนการเพิ่มขึ้นของอัตราการป้อน ทำให้จุดที่เข้าสู่สภาวะคงตัว มีอุณหภูมิ และค่าการเปลี่ยน (conversion) ต่ำลง เพราะการเพิ่มขึ้นของอัตราการป้อน ทำให้ระยะเวลาที่สารตั้งต้นอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์(residence time) น้อยลง ส่งผลให้ค่าการเปลี่ยน (conversion) ต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำลงไปด้วย

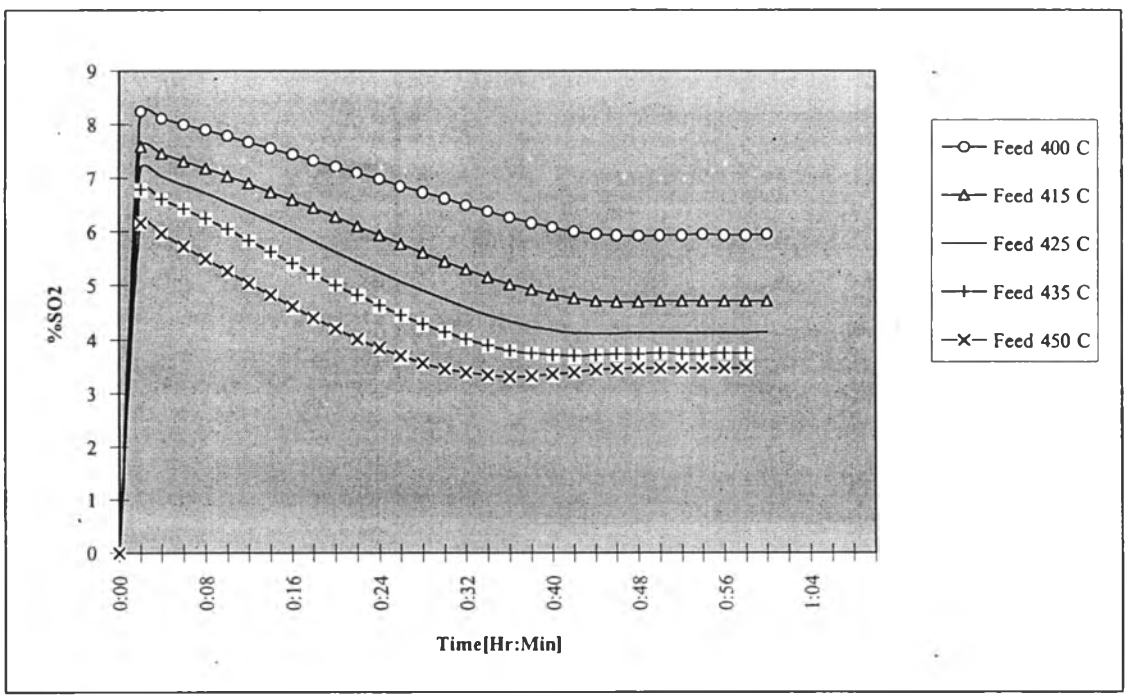
ดังนั้น สำหรับสิ่งที่ควรปฏิบัติได้ สำหรับการเปลี่ยนสายป้อนเพื่อให้การเข้าสู่ภาวะคงตัวได้เร็วขึ้นนั้น ควรป้อนสายป้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นกว่าที่ป้อนในการทำงานขณะภาวะคงตัว เพื่อเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดมากขึ้น และควรลดอุณหภูมิสายป้อนเมื่ออุณหภูมิด้านขาออกสูงขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดอันเกิดจากค่าคงที่สมดุลปฏิกิริยา (K_p) ซึ่งจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

สำหรับการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เพื่อเพิ่มอัตราเร็วปฏิกิริยานั้นไม่ควรปฏิบัติ เพราะจะทำให้ความเข้มข้นด้านขาออกสูงขึ้น

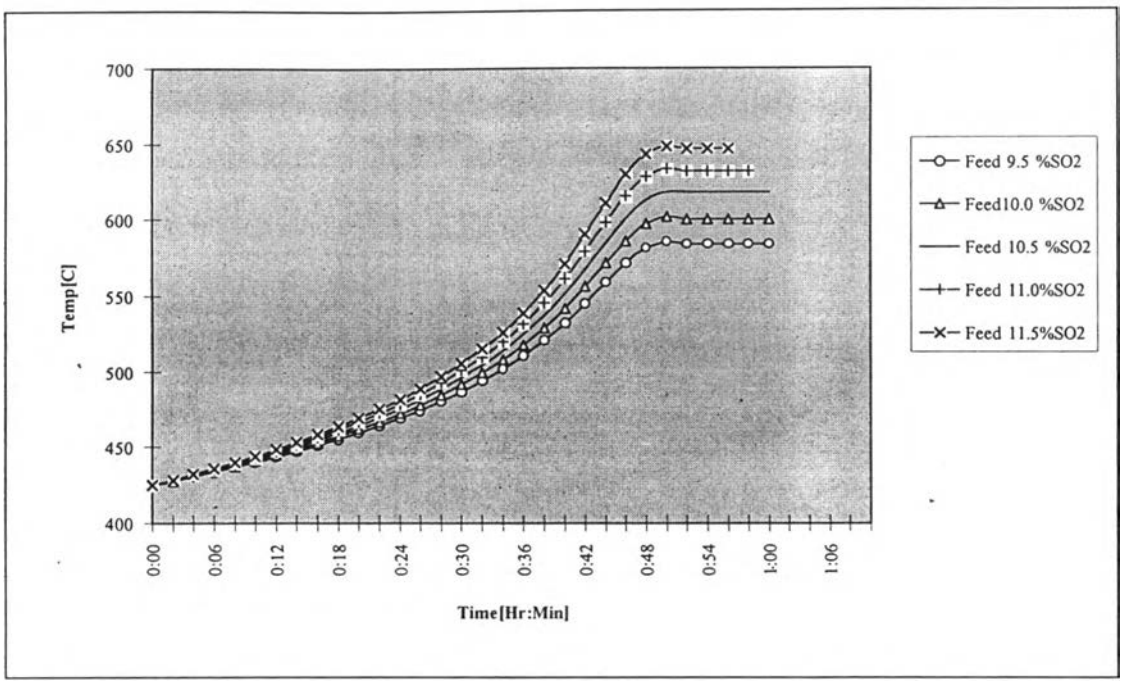
สำหรับอัตราการป้อนนั้น ถ้าสามารถเพิ่มอัตราการป้อนให้มากขึ้นได้ ถ้าไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สมควรเพิ่มอัตราการป้อนเพราะจะทำให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เข้าทำให้ปฏิกิริยามากขึ้น ทำให้อุณหภูมิของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นได้เร็วขึ้น



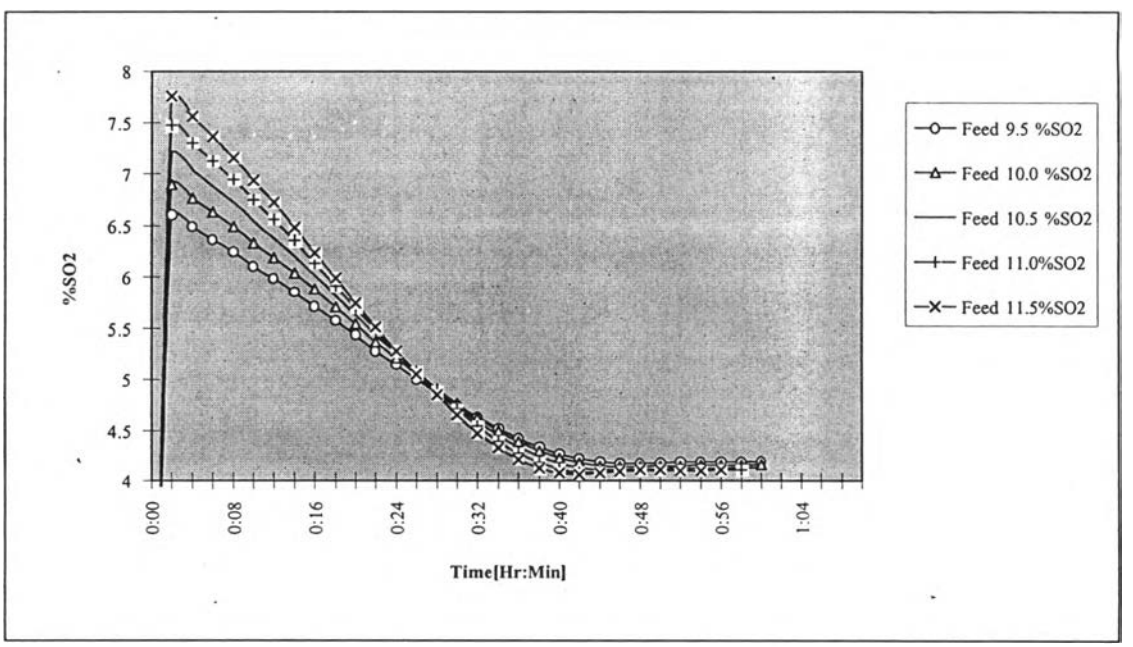
5-5 a การเปรียบเทียบ ผลการทำงานสำหรับอุณหภูมิขาออกของเครื่องปฏิกรณ์ของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1 เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิสายป้อน



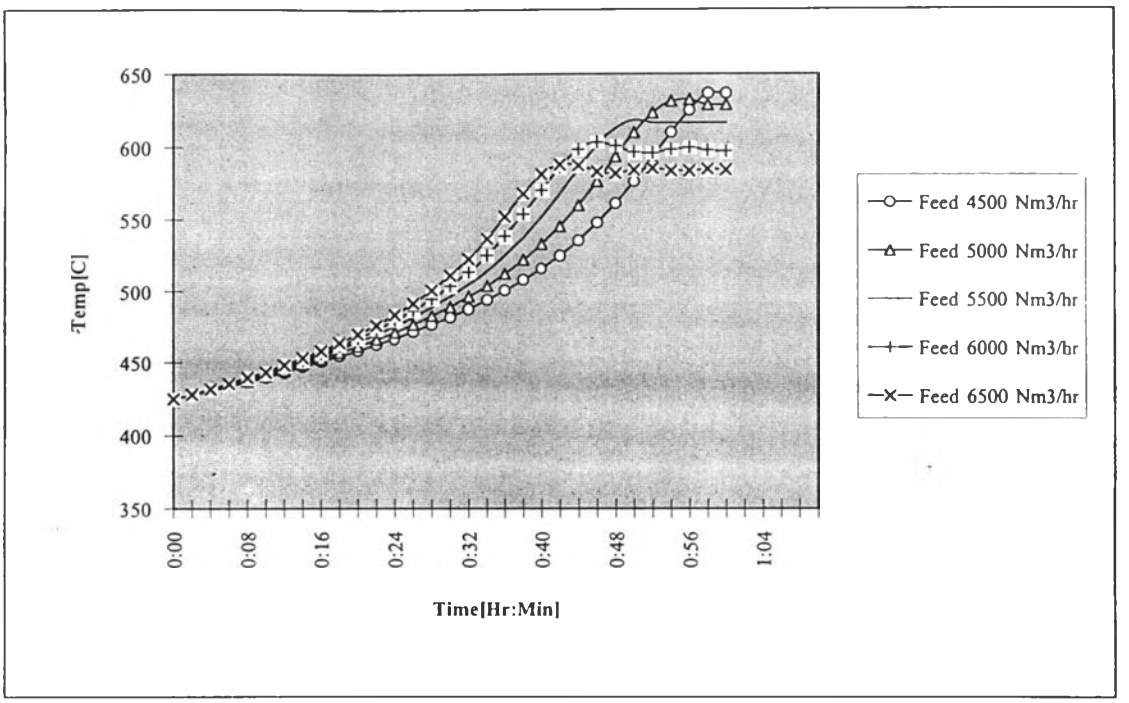
5-5 b การเปรียบเทียบ ผลการทำงานสำหรับความเข้มข้น SO_2 ขาออกของเครื่องปฏิกรณ์ ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1 เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิสายป้อน



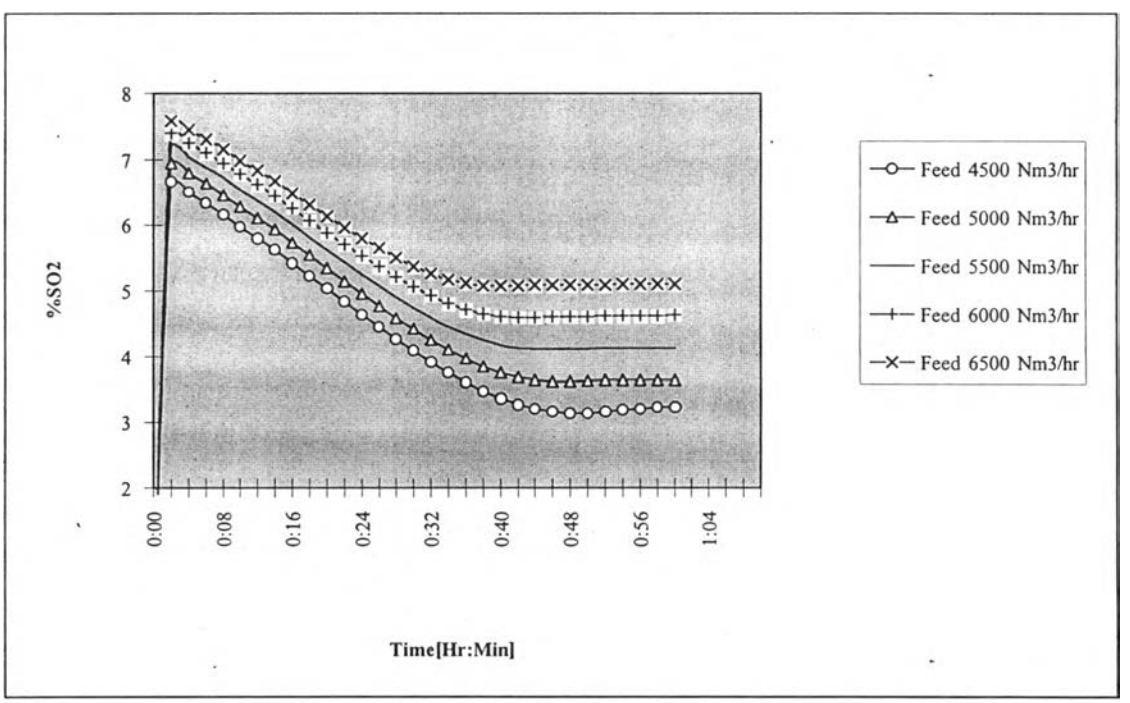
5-6 a การเปรียบเทียบ ผลการทำงานสำหรับอุณหภูมิขาออกของเครื่องปฏิกรณ์ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1 เมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์



5-6 b การเปรียบเทียบ ผลการทำงานสำหรับความเข้มข้น SO_2 ของเครื่องปฏิกรณ์ของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1 เมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์



5-7 a การเปรียบเทียบ ผลการทำงานสำหรับอุณหภูมิขาออกของเครื่องปฏิกรณ์ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1 เมื่อเปลี่ยนอัตราการป้อน



5-7 b การเปรียบเทียบ ผลการทำงานสำหรับความเข้มข้น SO_2 ของเครื่องปฏิกรณ์ของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1 เมื่อเปลี่ยนอัตราการป้อน