บทที่ 5

วิจารณ์และสรุป

วิจารณ์

สภาพฟลูอิไดเซชัน

สภาพฟลูอิไดเซชันของเบดได้แสดงในตารางที่ 4.10 ทำให้ทราบความเร็วของก๊าซสังเคราะห์ว่าเป็นกี่เท่าของความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุด เช่นการทดลองที่อุณหภูมิ 181°ซ และ $H_2/CO = 2.94$ มีค่าเท่ากับ 4.79 ที่สภาวะของการปฏิบัติการอื่นให้ค่าที่มากกว่านี้ การที่ค่าจำนวนเท่าของความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุดมีค่าสูง ทำให้แน่ใจได้ว่าเบดของตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ในสภาพฟลูอิไดเซชัน

ความผิดพลาดของการคำนวณจำนวนเท่าของความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุด อยู่ที่การคำนวณหาความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุด ซึ่งต้องใช้สมการที่ 4.1 เพื่อหาความหนืดของก๊าซสังเคราะห์ และสมการที่ 2.10 เพื่อหาความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุด โดยใช้ค่าความหนืดของก๊าซสังเคราะห์ที่หาได้จากการใช้สมการที่ 4.1 สมการที่ 4.1 มีความผิดพลาดได้ 10% สมการที่ 2.10 มีความผิดพลาดได้ 34% เมื่อรวมความผิดพลาดจากการคำนวณโดยใช้ทั้งสองสมการ พบว่าความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุดที่คำนวณได้สามารถมีค่าน้อยกว่าค่าจริง 49% หากความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุดที่แสดงในตารางที่ 4.10 มีค่าน้อยกว่าค่าจริง 49% ก็จะทำให้การทดลองที่อุณหภูมิ 181°ซ $H_2/CO = 2.94$ มีค่าความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุดเป็น 1.24 ซม./วินาที แทนที่จะเป็น 0.831 ซม./วินาที ทำให้ค่าจำนวนเท่าของความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุดลดลงจาก 4.79 เป็น 3.21 ซึ่งก็ยังคงมีค่ามาก ที่สภาวะของการปฏิบัติการอื่นๆ หากมีความผิดพลาดจากการคำนวณความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุด 49% ก็สามารถหาค่าจำนวนเท่าของความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุดได้ใหม่เช่นกัน และจะมีค่ามากกว่า 3.21 ซึ่งเป็นค่าของการทดลองที่อุณหภูมิ 181°ซ $H_2/CO = 2.94$ เพราะที่สภาวะของการปฏิบัติให้ค่าจำนวนเท่าของความเร็วฟลูอิไดเซชันต่ำสุดน้อยที่สุด

การแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์

ตารางที่ 4.7 ได้แสดงการแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์ ซึ่งได้ทดลองที่ความกัน บรรยากาศ ความเร็วเชิงสเปซมีค่าประมาณ 650 ชม.$^{-1}$ อุณหภูมิที่ทดลองเป็นประมาณ 240, 210 และ 180°ซ H_2/CO มีค่าประมาณ 3 และ 2 เห็นได้ว่าการแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์ที่อุณหภูมิสูงมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อ H_2/CO มีค่าเท่ากัน กล่าวคือ เมื่อ H_2/CO มีค่าประมาณ 3 การแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์ที่อุณหภูมิประมาณ 240°ซ เป็น 26.0 % เมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 210 และ 180°ซ การแปลงรูปก็ลดลงเหลือ 9.9 % และ 8.4 % ตามลำดับ ส่วนการทดลองที่ใช้ H_2/CO ประมาณ 2 การแปลงรูปเป็น 17.5 %, 6.8 % และ 0.2 % ที่อุณหภูมิประมาณ 240, 210 และ 180°ซ ตามลำดับ

ก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 3 มีการแปลงรูปที่อุณหภูมิประมาณ 240°ซ เป็น 3.1 เท่าของการแปลงรูปที่อุณหภูมิประมาณ 180°ซ และก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 2 มีการแปลงรูปที่อุณหภูมิประมาณ 240°ซ เป็น 7.6 เท่าของการแปลงรูปที่อุณหภูมิประมาณ 180°ซ แสดงว่าอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการแปลงรูปมีมากกว่าสำหรับก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 2 เมื่อเทียบกับก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 3

เมื่อเปรียบเทียบการแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์ที่อุณหภูมิเท่ากัน พบว่าก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 3 ให้การแปลงรูปมากกว่าก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 2 โดยที่การแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์ ที่มี H_2/CO ประมาณ 3 มีการแปลงรูปเป็น 1.5, 1.5 และ 3.7 เท่าของก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 2 ที่อุณหภูมิประมาณ 240, 210 และ 180°ซ ตามลำดับ

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของแอนเดอร์สัน ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งได้แสดงการแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์กับ 100/SVH แอนเดอร์สันได้แสดงให้เห็นว่า ก๊าซสังเคราะห์ที่มี $H_2/CO=2$ ให้การแปลงรูปมากที่สุดเมื่อ SVH มีค่าน้อย (100/SVH มีค่ามาก) แต่เมื่อ SVHมีค่ามาก ก๊าซสังเคราะห์ที่มี $H_2/CO=3.5$ จะให้การแปลงรูปมากกว่าการทดลองนี้มี SVHประมาณ 650 ชม.$^{-1}$ หรือ 100/ SVH=0.15 ซึ่งมีค่าน้อย การแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 3 จึงมากกว่าก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 2

การกระจายของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอน

การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการทดลองทำให้ทราบการกระจายของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนทั้งแต่ C_1-C_{10} และพบว่าตั้งแต่ C_5-C_{10} ค่าน้ำหนักคาร์บอนและตัวเลขคาร์บอนบนกราฟเซมิลอการิทึมเป็นความสัมพันธ์แบบเป็นเส้นตรง เป็นไปตามการกระจายของชูลส์-ฟลอรี ทำให้สามารถทำนายน้ำหนักคาร์บอนของไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่ C_{11} ขึ้นไปได้ โดยอาศัยการกระจายของชูลส์-ฟลอรีนั่นเอง

ค่าของ α ถูกแสดงในตารางที่ 4.13 มีค่ามากสำหรับการทดลองที่อุณหภูมิต่ำและ H_2/CO ต่ำ ไฮโดรคาร์บอนที่ว่องไวมีแนวโน้มที่จะทำปฏิกิริยาต่อได้โมเลกุลที่ใหญ่ขึ้นมากกว่าที่อุณหภูมิสูงและ H_2/CO สูง ผลก็คือทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมากขึ้น

จากตารางที่ 4.14 ซึ่งได้แสดงการกระจายของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนที่สภาวะของการปฏิบัติการต่างๆ เห็นได้ว่าการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิ ประมาณ 180 °ซ และ H_2/CO ประมาณ 2 ให้ปริมาณของ C_1 น้อยและ C_{11}^+ มาก เมื่อเทียบกับการสังเคราะห์ที่สภาวะของการปฏิบัติการอื่นๆ และการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิประมาณ 240 °ซ H_2/CO ประมาณ 3 ให้ค่า C_1 มากที่สุด และ C_{11}^+ เพียงเล็กน้อย

เพื่อให้เห็นการกระจายของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนได้ชัดเจนและสะดวกในการเปรียบเทียบ ตารางที่ 4.14 สามารถถูกจัดใหม่เป็นตารางที่ 5.1 โดยรวมกลุ่ม C_1-C_4 ซึ่งเป็นไฮโดรคาร์บอนที่เป็นก๊าซ และ C_1-C_{10} ซึ่งเป็นไฮโดรคาร์บอนเบาที่เป็นของเหลว

จากตารางที่สร้างขึ้นใหม่เห็นชัดว่าไฮโดรคาร์บอนที่เป็นก๊าซเกิดขึ้นในปริมาณมากที่อุณหภูมิสูง โดยที่การสังเคราะห์โดยใช้ก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 3 เกิด C_1- C_4 ถึง 78.1 % ที่อุณหภูมิประมาณ 240 °ซ เมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 210 °ซ ปริมาณของ C_1- C_4 ก็ลดลงเหลือ 61.9 % และที่อุณหภูมิประมาณ 180 °ซ ก็ลดลงอีกครึ่งหนึ่งของการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิประมาณ 210 °ซ โดยลดลงเหลือ 33.4 % สำหรับการทดลองที่ใช้ H_2/CO ประมาณ 2 ที่อุณหภูมิประมาณ 240 °ซ เกิด C_1- C_4 69.9 % และลดลงเหลือ 46.3 % ที่อุณหภูมิประมาณ 210 °ซ และลดลงอีกที่อุณหภูมิประมาณ 180 °ซ เหลือเพียงเกือบครึ่งหนึ่งของการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิประมาณ 210 °ซ คือเหลือเพียงประมาณ

ตารางที่ 5.1 แสดงการกระจายของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนที่สภาวะของการปฏิบัติการต่างๆ โดยรวมกลุ่ม C_1-C_4 และ C_5-C_{10}

อุณหภูมิ, °ซ	H_2/CO	น้ำหนักคาร์บอน (%)		
		C_1-C_4	C_5-C_{10}	C_{11}^+
242	2.79	78.1	21.5	0.4
211	2.87	61.9	35.8	2.3
181	2.94	33.4	46.0	20.6
241	1.84	69.9	29.1	1.0
211	1.82	46.3	46.3	7.4
179	1.84	30.3	44.4	25.3

30.3 % ซึ่งเหลือไม่ถึงครึ่งหนึ่งของการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิประมาณ 240 °ซ

เมื่อเปรียบเทียบการเกิด C_1-C_4 สำหรับการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิเท่ากัน แต่ใช้ H_2/CO เท่ากับประมาณ 3 และ 2 เห็นได้ว่าก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 3 ให้ C_1-C_4 มากกว่าก๊าซสังเคราะห์ที่มี H_2/CO ประมาณ 2

สำหรับไฮโดรคาร์บอนเบาที่เป็นของเหลว (C_5-C_{10}) เมื่อใช้ H_2/CO ประมาณ 3 เกิดขึ้น 21.5 % ที่อุณหภูมิประมาณ 240 °ซ เพิ่มขึ้นเป็น 35.8 % และ 46.0 % ที่อุณหภูมิประมาณ 210 และ 180 °ซ ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของ C_5-C_{10} ที่อุณหภูมิประมาณ 180 °ซ เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของที่อุณหภูมิประมาณ 240 °ซ

เมื่อใช้ H_2/CO ประมาณ 2 C_5-C_{10} เกิดขึ้น 29.1 % ที่อุณหภูมิประมาณ 240 °ซ เพิ่มขึ้นเป็น 46.3 % ที่อุณหภูมิประมาณ 210 °ซ ซึ่งนับเป็นปริมาณที่สูงสุดของการทดลอง แล้วลดลงเหลือ 44.4 % ที่อุณหภูมิประมาณ 180 °ซ การลดลงของ C_5-C_{10} เป็นการบอกถึงการเพิ่มขึ้นของ C_{11}^+ นั่นเอง ดังจะเห็นได้ว่าที่ H_2/CO ประมาณ 2 และอุณหภูมิประมาณ 180 °ซ นี้ C_{11}^+ เกิดขึ้นถึง 25.3 % ขณะที่ที่อุณหภูมิประมาณ 210 °ซ และ 240 °ซ เกิด C_{11}^+ เพียง 7.3 % และ 1.0 % ตามลำดับ สำหรับการสังเคราะห์ที่ใช้

H_2/CO ประมาณ 3 เกิด C_{11}^+ 20.5% ที่อุณหภูมิประมาณ 180 ซ และลดลงเหลือ 2.3% ที่อุณหภูมิประมาณ 210°ซ และแทบจะไม่เกิดขึ้นเลยที่อุณหภูมิประมาณ 240°ซ คือมีเพียง 0.3%

<u>สรุป</u>

การทดลองสังเคราะห์แบบฟิสเชอร์-โทรปในเตาปฏิกรณ์เคมีแบบฟลูอิไดซ์เบด โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลท์, Co-0138 E 1/8" ของบริษัทฮาร์ชอว์ จำกัด ใช้ความดันบรรยากาศ มีความเร็วเชิงสเปซสูงประมาณ 650 ซม.$^{-1}$ มีตัวแปรของการทดลองคืออุณหภูมิ และ H_2/CO อุณหภูมิที่ใช้เป็นประมาณ 240, 210 และ 180°ซ H_2/CO มีค่าประมาณ 2 และ 3 ผลการทดลองพบว่าการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิสูง และ H_2/CO มีค่าประมาณ 3 ให้การแปลงรูปของก๊าซสังเคราะห์มากกว่าการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิต่ำ และ H_2/CO มีค่าประมาณ 2

การกระจายของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนถูกพบว่าที่อุณหภูมิสูง และ H_2/CO มีค่าสูง ให้ผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบาในปริมาณมาก และให้ผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนชนิดหนักในปริมาณน้อย และเป็นไปในทางกลับกันสำหรับการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิต่ำ และ H_2/CO มีค่าต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย