# บทที่ 6

## สรุปผลการทดลอง

1.การศึกษาจลนพลศาสตร์ของการรีฟอร์มแก๊สแอลพีจีด้วยไอน้ำบนตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล/อลูมินา โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 1023 องศาเคลวิน ความดันบรรยากาศ จากการทดลองและวิจารณ์ผล โดยวิธี multiple linear regression พบว่าค่าคงที่อัตราเร็วเท่ากับ $2.11 \times 10^{-8}$ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่จุดเริ่มต้นของแก๊สแอลพีจีเป็นอันดับ 1.9 ของแก๊สแอลพีจีและอันดับ 5.7 ของไอน้ำ เขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เป็น

$$-r_{LPG} = 2.11 \times 10^{-8} [LPG]^{1.9} [H_2O]^{5.7}$$

โดย

$-r_{LPG}$ = อัตราการเกิดปฏิกิริยาของแก๊สแอลพีจี นิยามโดยจำนวนโมลของแก๊สแอลพีจีที่เข้าทำปฏิกิริยาต่อหน่วยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยาต่อหน่วยเวลา ($mol.kg^{-1}.s^{-1}$)

$[LPG]$ = ความเข้มข้นของแก๊สแอลพีจี ($mol.m^{-3}$)

$[H_2O]$ = ความเข้มข้นของไอน้ำ ($mol.m^{-3}$)

$k$ = ค่าคงที่อัตราเร็ว

แสดงว่าทั้งความเข้มข้นของแก๊สแอลพีจีและความเข้มข้นของไอน้ำต่างมีผลต่ออัตราการทำปฏิกิริยา

2.จากการศึกษากฎอาร์รีเนียส โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 973,1023,1073 และ 1123 องศาเคลวิน ความดันบรรยากาศ ได้ค่าคงที่อัตราเร็ว เท่ากับ $1.85 \times 10^{-8}$, $4.77 \times 10^{-8}$, $8.96 \times 10^{-8}$ และ $19.2 \times 10^{-8}$ ตามลำดับ ได้ค่าแฟกเตอร์ความถี่เท่ากับ 0.05 $mol^{-7.6}.(m^3)^{8.6} kg^{-1}.s^{-1}$ พลังงานกระตุ้นเท่ากับ 28,052 cal/mol สมการอาร์รีเนียสเขียนได้เป็น

$$k = k_0 \exp^{(-Ea/RT)}$$

$$= 0.05 \exp^{(28,052/RT)}$$

โดย $k_0$ = แฟกเตอร์ความถี่

$Ea$ = พลังงานกระตุ้น (cal/mol)

$T$ = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (K)

$R$ = ค่าคงที่ของแก๊ส เท่ากับ 1.97 cal/mol/K

แสดงว่า เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิสูงขึ้น จะให้ค่าคงที่อัตราเร็วสูงขึ้น มีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาของแก๊สแอลพีจีเร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปฏิกิริยาการรีฟอร์มไฮโดรคาร์บอนทั่วไปกับไอน้ำเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

3. การศึกษาทดลองที่ความเข้มข้นของแก๊สแอลพีจีและไอน้ำคงที่ พบว่า

เมื่อเศษส่วนน้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการป้อนแก๊สแอลพีจี ($W/F_{0,LPG}$) หรือเวลาสเปซ($\tau$) เพิ่มขึ้น ทำให้เศษส่วนการเปลี่ยนแปลงของแก๊สแอลพีจี ($X_{LPG}$) เพิ่มขึ้น

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของแก๊สแอลพีจี ($-r_{LPG}$) จะสูงสุดที่จุดเริ่มต้นของการเกิดปฏิกิริยา

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของแก๊สแอลพีจี ($-r_{LPG}$) จะค่อยๆลดลงเมื่อเศษส่วนน้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการป้อนแก๊สแอลพีจี ($W/F_{0,LPG}$) หรือเวลาสเปซ($\tau$) เพิ่มขึ้น

4. สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาของการรีฟอร์มแก๊สแอลพีจีด้วยไอน้ำบนตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล/อลูมินา ที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีตซึ่งเป็นปฏิกิริยาการรีฟอร์มมีเทนด้วยไอน้ำทั้งหมด ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 สมการการเกิดปฏิกิริยาและค่าพลังงานกระตุ้นของผู้วิจัยต่างๆ

| ผู้วิจัย | สมการการเกิดปฏิกิริยา | ค่าพลังงานกระตุ้น (แคลอรี่/กรัมโมล) |
|---|---|---|
| Aker และ Camp(1955) | $-r_{CH4} = k_0 e^{-Ea/RT} P_{CH4}$ | 8,820 |
| Rostrup-Nielsen(1975) | $-r_{CH4} = k_0 e^{-Ea/RT} [P_{CH4}(1-(Qr/Kp))]$ | 11,165 |
| Vitidsant(1988) | $-r_{CH4} = k_0 e^{-Ea/RT} C_{CH4}$ | 12,518 |
| ชัยวัฒน์ (2537) | $-r_{CH4} = k_0 e^{-Ea/RT} C_{CH4}^{1.19} C_{H2O}^{0.385} C_{CO2}^{-1.311}$ | 15,149 |
| งานวิจัยนี้ | $-r_{LPG} = k_0 e^{-Ea/RT} C_{LPG}^{1.9} C_{H2O}^{5.7}$ | 28,052 |

จากตารางที่ 6.1 พบว่าค่าพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาการรีฟอร์มแก๊สแอลพีจีด้วยไอน้ำที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าสูงกว่างานวิจัยในอดีตของปฏิกิริยาการรีฟอร์มมีเทนด้วยไอน้ำ เนื่องจากแอลพีจีมีจำนวนโมลของคาร์บอนมากกว่าจึงต้องใช้พลังงานในการแตกตัวเพื่อเกิดปฏิกิริยามากกว่ามีเทน

ข้อเสนอแนะ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของการรีฟอร์มแก๊สแอลพีจีด้วยไอ น้ำ บนตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล/อลูมินาที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ มีประโยชน์ที่จะนำไปเป็นข้อมูลเพื่อทำแบบจำลองเครื่องปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์เบดต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย