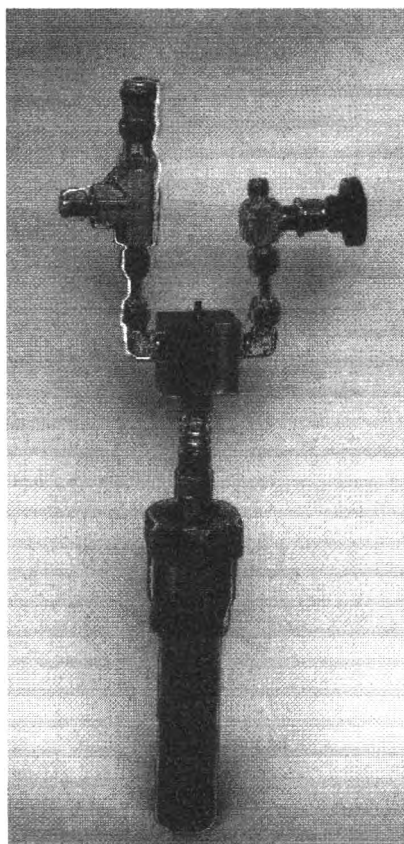


### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง

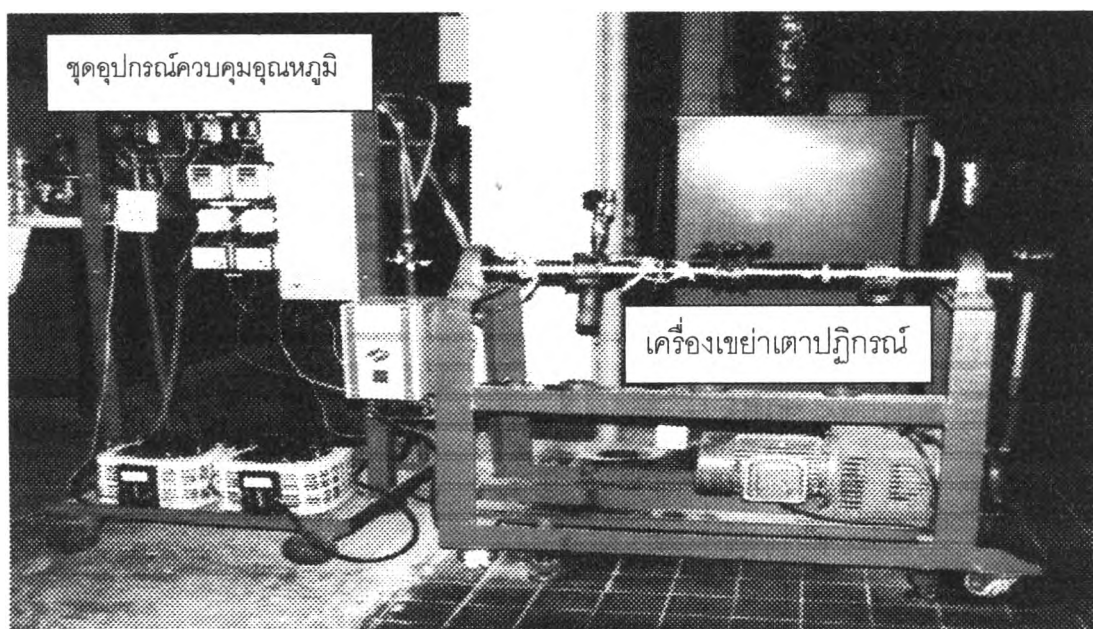
- 1.1 ชุดเตาปฏิกรณ์ทนความร้อนและทนแรงดันสูงที่มีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนได้แก่
- เตาปฏิกรณ์สำหรับเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวความจุ 70 มิลลิลิตร (รูปที่ 3.1) ตัวปฏิกรณ์มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (316 stainless steel tubular reactor) เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 เซนติเมตร ส่วนบนของปฏิกรณ์เป็นวาล์วปิด-เปิด สำหรับอัดแก๊สไฮโดรเจนเข้าภายในปฏิกรณ์และมีวาล์วนิรภัยสำหรับป้องกันกรณีเกิดแรงดันที่สูงมากภายในปฏิกรณ์



รูปที่ 3.1 เตาปฏิกรณ์สำหรับเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวความจุ 70 มิลลิลิตร

- อุปกรณ์ให้ความร้อนและชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (รูปที่ 3.2) ในการทดลองนี้ ต้องการเพิ่มอุณหภูมิจากจุดเริ่มต้นไปถึงอุณหภูมิที่ต้องการอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์ให้ความร้อนเป็นแผ่นให้ความร้อนที่มีลักษณะโค้งรับกับผนังเตาปฏิกรณ์ที่เป็นทรงกระบอกใช้ขนาดกำลังไฟฟ้า 250 วัตต์โดยใช้ไฟฟ้าจากเครื่องแปลงกระแสตรงปรับค่าได้ ภายนอกหุ้มด้วยใยฉนวนทนความร้อน ควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติแบบดิจิตอลรับสัญญาณจากเทอร์โมคัปเปิลชนิด โคเมล-อะลูเมล แบบเค ควบคุมอุณหภูมิในช่วง 0-1200 องศาเซลเซียส

- เครื่องเขย่าเตาปฏิกรณ์ (รูปที่ 3.2) ใช้มอเตอร์เป็นตัวเขย่า ลักษณะเครื่องเขย่าเป็นเพลลาเวีย่งทำมุมกับแกนกลาง 60 องศา ในส่วนเครื่องเขย่านี้มีเพื่อการผสมกันระหว่างสารตั้งต้น และเพื่อให้เกิดการสัมผัสได้ดียิ่งขึ้นระหว่างสารตัวเร่งปฏิกิริยากับสารตั้งต้นและแก๊สไฮโดรเจน



รูปที่ 3.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ และเครื่องเขย่าเตาปฏิกรณ์

1.2 เครื่องชั่งละเอียด

1.3 ชุดเครื่องกรองแบบสุญญากาศสำหรับกรองสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ (รูปที่ 3.3)



รูปที่ 3.3 ชุดเครื่องกรองแบบสุญญากาศสำหรับกรองสารผลิตภัณฑ์ที่ได้

## 2. สารตั้งต้นและสารเคมีที่ใช้ทดลอง

2.1 แก๊สไฮโดรเจน

2.2 ถ่านหินลิกไนต์จากแหล่งแม่เมาะ

2.3 ยางรถยนต์ใช้แล้วเป็นส่วนยางนอกรถยนต์โดยปราศจากใยเหล็กกับไฟเบอร์

2.4 สารตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กบนถ่านกัมมันต์ (Fe/Active Carbon), นิกเกิลโมลิบดีนัมบนอะลูมินา (Ni/Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) และโคบอลต์โมลิบดีนัมบนอะลูมินา (Co/Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

2.5 โทลูอีน (Toluene) ใช้ในการล้างเตาปฏิกรณ์

### 3. การทดลอง

ในงานวิจัยนี้การทดลองแบ่งได้ออกเป็นสองส่วนหลักๆ คือ

#### 3.1 ศึกษาการทำเชื้อเพลิงเหลวโดยใช้วัตถุดิบจากยางรถยนต์ที่ใช้อย่างแล้ว

##### 3.1.1 ผลของอุณหภูมิกับเวลาที่มีต่อกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว

โดยทำการศึกษาดทดลองโดยใช้ยางรถยนต์ใช้แล้วที่ตัดขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เซนติเมตร เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นน้ำหนัก 25 กรัม ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลวโดยการเติมไฮโดรเจนบริสุทธิ์ภายใต้ความดันเริ่มต้น 30 บาร์ คงที่ พร้อมทั้งแปรเปลี่ยนอุณหภูมิจากช่วง 350 ถึง 450 องศาเซลเซียส พร้อมกับแปรเปลี่ยนเวลาการเกิดปฏิกิริยาที่ 30 และ 60 นาที

วิธีทำการทดลอง

1. ใช้ยางรถยนต์ใช้แล้วที่ตัดขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เซนติเมตร เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นน้ำหนัก 25 กรัม ใส่ลงในปฏิกรณ์ ปิดฝาด้านบนปฏิกรณ์ให้แน่นสนิทเพื่ออัดแก๊สไฮโดรเจน
2. อัดแก๊สไฮโดรเจน 30 บาร์ เข้าไปในปฏิกรณ์ที่ตรงส่วนวาล์วทางด้านบนของปฏิกรณ์
3. ติดตั้งปฏิกรณ์เข้ากับเครื่องเขย่าปฏิกรณ์พร้อมกับชุดควบคุมอุณหภูมิ
4. ปรับตั้งอุณหภูมิ ที่ 350 องศาเซลเซียสเมื่อได้อุณหภูมิตามต้องการเริ่มเปิดเครื่องเขย่าตลอดจนสิ้นสุดปฏิกิริยา 30 นาที
5. ทำการทดลองซ้ำโดยแปรเปลี่ยนค่าอุณหภูมิเป็น 400 และ 450 องศาเซลเซียส
6. ทำการทดลองซ้ำจาก ข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนเวลาในการทำปฏิกิริยาเป็น 60 นาที

##### 3.1.2 ผลของความดันแก๊สไฮโดรเจนที่มีต่อกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว

จากหัวข้อ 3.1.1 เมื่อได้อุณหภูมิกับเวลาที่เหมาะสมจึงทำการศึกษาในช่วงความดันแก๊สไฮโดรเจน 30 ถึง 60 บาร์

วิธีทำการทดลอง

1. ใช้ยางรถยนต์ใช้แล้วที่ตัดขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เซนติเมตร เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นน้ำหนัก 25 กรัม ใส่ลงในปฏิกรณ์ ปิดฝาด้านบนปฏิกรณ์ให้แน่นสนิทเพื่ออัดแก๊สไฮโดรเจน

2. อัดแก๊สไฮโดรเจน 30 บาร์ เข้าไปในปฏิกรณ์ที่ตรงส่วนวาล์วทางด้านบนของปฏิกรณ์
3. ติดตั้งปฏิกรณ์เข้ากับเครื่องเขย่าปฏิกรณ์พร้อมกับชุดควบคุมอุณหภูมิ
4. ใช้อุณหภูมิกับเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองตอนที่ 3.1.1
5. ทำการทดลองซ้ำจาก ข้อ 1-4 แต่แปรเปลี่ยนความดันแก๊สไฮโดรเจนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจาก 30 บาร์ เป็น 40,50 และ 60 บาร์ ตามลำดับ
6. ทำการทดลองซ้ำโดยแปรเปลี่ยนศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กบนถ่านกัมมันต์, นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา และ โคบอลต์โมลลิบดีนัมบนอะลูมินา

3.1.3 ศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กบนถ่านกัมมันต์, นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา และโคบอลต์โมลลิบดีนัมบนอะลูมินา โดยใช้ภาวะการทดลองที่เลือกได้จากหัวข้อ 3.1.1 และ 3.1.2

3.2 ศึกษาการทำเชื้อเพลิงเหลวโดยใช้วัตถุดิบผสมระหว่างยางรถยนต์ที่ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์

3.2.1 ผลของตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กบนถ่านกัมมันต์, นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา และโคบอลต์โมลลิบดีนัมบนอะลูมินา ที่มีต่อกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลวโดยใช้วัตถุดิบร่วมระหว่างยางรถยนต์ที่ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์

3.2.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างยางรถยนต์ที่ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีสมบัติในการช่วยทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวมากที่สุด โดยเลือกจากหัวข้อ 3.2.1

อัตราส่วนระหว่างถ่านหินลิกไนต์กับยางรถยนต์ที่ทำการศึกษา คือ

80%ยางรถยนต์ : 20%ถ่านหินลิกไนต์

50%ยางรถยนต์ : 50%ถ่านหินลิกไนต์

20%ยางรถยนต์ : 80%ถ่านหินลิกไนต์

### วิธีการทดลอง

1. ใช้วัตถุดิบเริ่มต้น 80%ยางรถยนต์ : 20%ถ่านหินลิกไนต์น้ำหนัก 25 กรัม ใส่ลงในปฏิกรณ์ ปิดฝาด้านบนปฏิกรณ์ให้แน่นสนิทเพื่ออัดแก๊สไฮโดรเจน
2. อัดแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ เข้าไปในปฏิกรณ์ที่ตรงส่วนวาล์วทางด้านบนของปฏิกรณ์
3. ติดตั้งปฏิกรณ์เข้ากับเครื่องเขย่าปฏิกรณ์พร้อมกับชุดควบคุมอุณหภูมิ
4. ใช้อุณหภูมิกับเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองตอนที่ 3.1.1
5. ทำการทดลองซ้ำโดยแปรเปลี่ยนศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กบนถ่านกัมมันต์,นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา และ โคบอลต์โมลลิบดีนัมบนอะลูมินา
6. ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนอัตราส่วนวัตถุดิบเริ่มต้นเป็น
  - 50%ยางรถยนต์ : 50%ถ่านหินลิกไนต์ และ
  - 20%ยางรถยนต์ : 80%ถ่านหินลิกไนต์

/