บทที่ 4

วิธีการทดลอง

4.1 การปรับปรุงเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยที่มีอยู่เดิมเป็นฟลูอิไดซ์เบดที่ใช้ในการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนท์ เมื่อนำมาใช้ในการเผาไหม้หินน้ำมัน จึงมีปัญหาที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขคือ

1. ปัญหาเกี่ยวกับอากาศที่ใช้มาจากเครื่องอัดอากาศ (Air compressor) ดังนั้นจึงมีแรงดันอากาศไม่สม่ำเสมอ ทำให้การควบคุมอัตราเร็วของอากาศในการทำให้เกิดฟลูอิไดซ์ของหินน้ำมันที่ความเร็วของอากาศต่าง ๆ ควบคุมได้ยาก

2. ปัญหาเกี่ยวกับการวัดอุณหภูมิภายในเบด และทางออกของก๊าซร้อนอย่างต่อเนื่อง

3. ปัญหาเกี่ยวกับการเปิดปิดเถ้าออกจากฟลูอิไดซ์เบด ซึ่งแต่เดิมใช้ก้านกวาดและมือเปิดปิดทางออกเถ้า จึงไม่สะดวกต่อการทำงาน

4. ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมความสูงเบด เครื่องมือวิจัยเดิมไม่สามารถควบคุมความสูงเบดได้

จากปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจึงได้ทำการปรับปรุงและเพิ่มเติมอุปกรณ์บางชิ้น เพื่อทำให้เครื่องมือวิจัยทำงานได้อย่างเหมาะสมดังนี้คือ

4.1.1 อากาศที่ใช้มาจากเครื่องอัดอากาศ (Air compressor) ซึ่งมีแรงดันอากาศไม่สม่ำเสมอ ทำให้การควบคุมอัตราเร็วของอากาศในการทำให้เกิดฟลูอิไดซ์ของหินน้ำมันที่ความร้อนของอากาศต่าง ๆ ควบคุมได้ยาก จึงได้ทำการติดตั้ง Pressure regulator ไว้ที่ท่อทางนำลมเข้าคอลัมน์ เพื่อควบคุมความดันของอากาศที่มาจากเครื่องวัดให้คงที่ ในการทดลองนี้ควบคุมอยู่ที่ 50 psi

4.1.2 ติดตั้งสายวัดอุณหภูมิเพื่อให้สามารถใช้ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิไว้ (Recorder) ดังแสดงในรูปที่ 3.14 โดยวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งเบด และปล่องทางออกก๊าซร้อน เครื่องบันทึกจะแสดงออกมาเป็นกราฟเส้น

4.1.3 การนำเถ้าออกทำการปรับปรุงโดยต่อท่อกลวงโลหะไร้สนิม (Stainless steel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 ซม. ลงไปภายในคอลัมน์ เพื่อควบคุมอัตราการปล่อยเถ้าโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงความดันภายในท่อซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณหินน้ำมันภายในเบด ในการปรับปรุงระบบทางออกเถ้านี้ทำให้สามารถควบคุมปริมาณเถ้าที่ออกมาจากคอลัมน์ให้สัมพันธ์กับอัตราการป้อนหินน้ำมัน หรือควบคุม Contact time หรือ Reactant time ลงวัตถุดิบภายในเบด ทั้งยังสามารถเดินเครื่องได้อย่างต่อเนื่องด้วย ท่อกลวงโลหะไร้สนิมนี้ปลายอีกด้านจะต่อกับหลอดแก้วโค้งงอรูปตัวยูซึ่งบรรจุสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (สารละลายอิเลคโตรไลต์ และเชื่อมต่อกับแมกนิติก สวิทช์ (Magnetic switch) เพื่อควบคุมมอเตอร์ในการเปิดปิดทางออกเถ้าเมื่อความดันภายในเบดเปลี่ยนแปลงไป

4.2 ขั้นตอนการทำงาน

รูปที่ 3.1 แสดงการติดตั้งเครื่องมือวิจัยเบื้องต้น มีขั้นตอนในการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในการเผาไหม้หินน้ำมันอย่างต่อเนื่องในฟลูอิไดซ์เบดดังนี้คือ 1. อากาศอัดจากเครื่องอัดอากาศ (Air compressor) ผ่านท่อเข้าสู่ air regulator เพื่อควบคุมความดันของอากาศที่เข้าสู่คอลัมน์ฟลูอิไดเซชันให้มีความดันคงที่สม่ำเสมอ ในการทดลองนี้ควบคุมความดันที่ 50 psi อากาศอัดที่ผ่านออกจาก air regulator จะผ่านเข้าสู่ orifice meter ซึ่งจะทำหน้าที่วัดอัตราเร็วของอากาศโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงของน้ำใน manometer โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานระหว่างระดับความสูงของน้ำและอัตราเร็วของอากาศ อัตราการไหลของอากาศถูกควบคุมโดยวาล์ว 2. หลังจากนั้นอากาศจะเข้าสู่คอลัมน์โดยไหลผ่านแผ่นกระจายลม ซึ่งเหนือแผ่นกระจายลมขึ้นไปจะมีช่องล่อหัวเผาเพื่อเผาไหม้เชื้อเพลิงให้อุณหภูมิภายในคอลัมน์สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดที่หินน้ำมันสามารถติดไฟได้เอง 3. ที่ตำแหน่งเหนือช่องล่อหัวเผาจะมีเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermocouple) สำหรับวัดอุณหภูมิ 4. เมื่อเกิดการเผาไหม้หินน้ำมันภายในเบด อนุภาคเล็ก ๆ ของเถ้าหินน้ำมันที่ลอยขึ้นไปกับก๊าซร้อนจะถูกแยกออกโดยไซโคลน ส่วนก๊าซร้อนจะถูกปล่อยออกทางปล่องทางด้านบนของคอลัมน์ 5. ส่วนเถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้จะไหลออกทางด้านล่างของคอลัมน์โดยการควบคุมการไหลของเถ้าให้สัมพันธ์กันกับระดับความสูงของเบด

4.3 การหาคุณสมบัติทางกายภาพของหินน้ำมัน

ก. การหาขนาดของหินน้ำมัน

นำหินน้ำมันมาบดด้วยเครื่องบดแบบฆ้อนเหวี่ยง (Hammer mill) ดังรูปที่ 4.1 แล้วนำมาร่อนให้ได้ขนาดเล็กกว่า 1 มม., 1-2 มม., และ 1-3 มม. ดังรูปที่ 4.2 โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม., 2 มม., และ 3 มม. (ภาคผนวกที่ ข)

ข. ความชื้น (ASTM D3173)

ชั่งหินน้ำมันที่ถูกบดละเอียดด้วย ball mill แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 ไมโครเมตร ทำให้หินน้ำมันมีน้ำหนักคงที่โดยการอบเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง นำออกมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปอบใหม่จนได้น้ำหนักคงที่ นำค่าที่ชั่งได้ไปคำนวณหาค่าเป็นร้อยละของปริมาณความชื้น (ภาคผนวกที่ ก)

ค. เถ้า (ASTM D3174)

ชั่งหินน้ำมันเป็นขนาดเล็กกว่า 50 μm ให้ได้น้ำหนักแน่นอนใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง นำไปเผาด้วยตะเกียงบุนเซนจนหมดควัน แล้วนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส นาน ประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกมาชั่งแล้วเผาใหม่จนน้ำหนักคงที่ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณเถ้า (ภาคผนวกที่ ก)

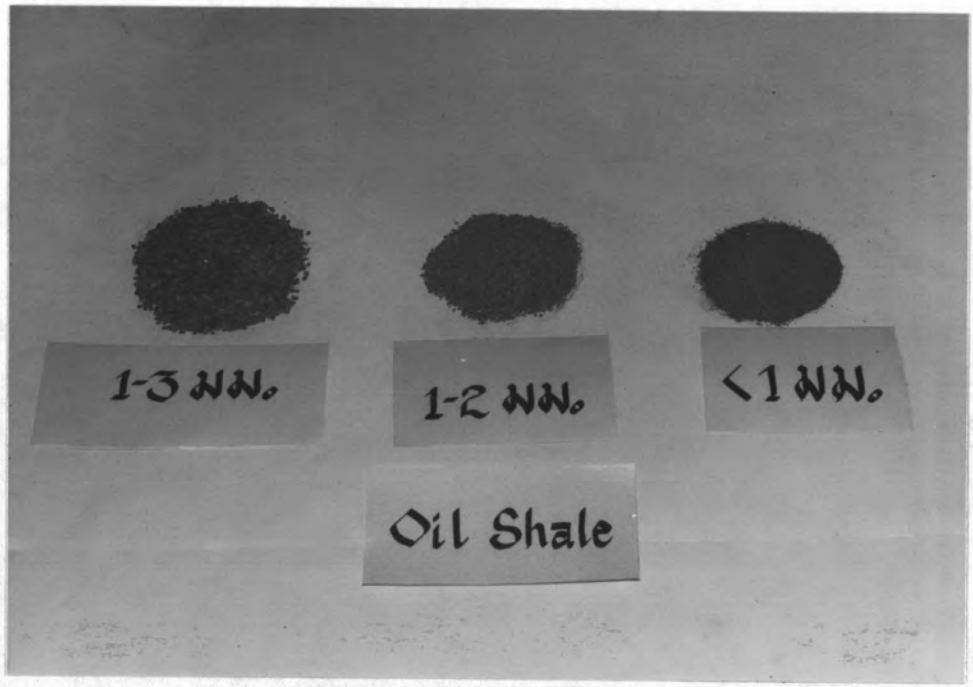
ง. สารระเหย ได้นำวิธีที่ใช้วิเคราะห์ถ่านหินมาวิเคราะห์หินน้ำมัน

ชั่งหินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร ให้ได้น้ำหนักแน่นอน จากนั้นนำไปเผาที่เตาเผาแบบท่อ (Tube furnace) ดังรูปที่ 4.4 ที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสนาน 12 นาที นำไปชั่ง นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าปริมาณสารระเหย (ภาคผนวกที่ ก)

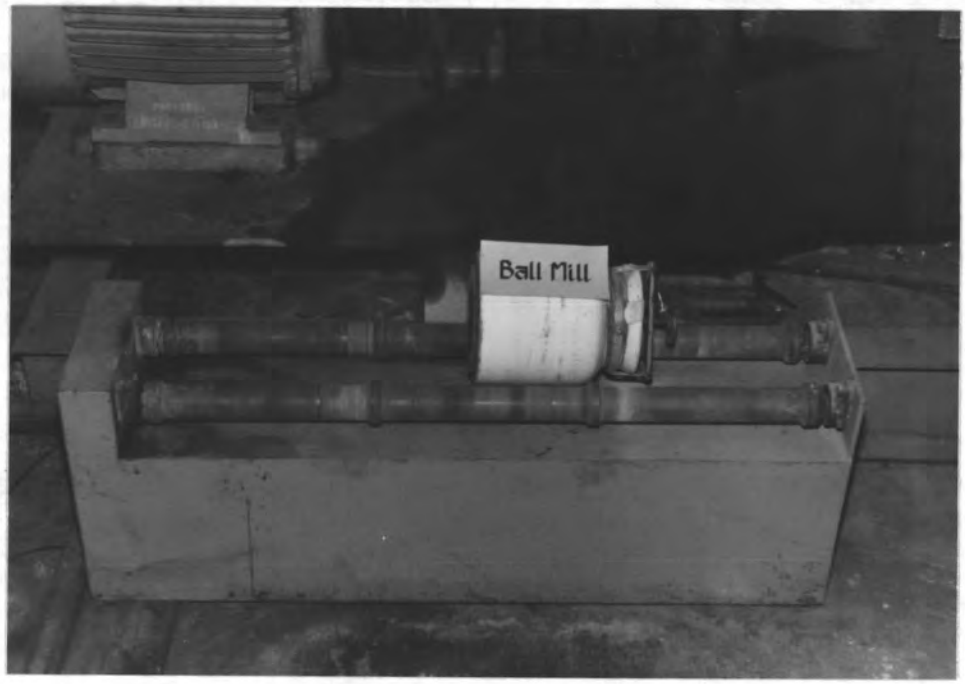
จ. คาร์บอนคงตัว ได้นำวิธีที่ใช้วิเคราะห์ถ่านหินมาวิเคราะห์หินน้ำมัน

นำค่าที่ได้จากการคำนวณหาปริมาณความชื้น สารระเหยได้และเถ้านำมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนคงตัว (ภาคผนวกที่ ก)

รูปที่ 4.1 เครื่องบดแบบฆ้อนเหวี่ยง



รูปที่ 4.2 ขนาดของหินน้ำมัน



รูปที่ 4.3 Ball Mill

ฉ. ความร้อน (Heating value) (ภาคผนวกที่ ข)

ทำการทดลองหาค่าความร้อนโดยใช้บอมบ์แคลอริมิเตอร์ ดังรูปที่ 4.5 ซึ่งจะหาค่า

1. ปริมาณความร้อนเปรียบเทียบค่า (Energy equivalent) ของบอมบ์แคลอริมิเตอร์ ดังรูปที่ 4.5 จากการทดลองหาปริมาณความร้อนบนกรดเบนโซอิคที่ทราบค่าแล้วแน่นอน

2. ค่าความร้อนของหินน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง

3. ค่าความร้อนของเถ้าที่ออกจากคอลัมน์ และจากไซโคลนในแต่ละการทดลอง

ช. วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์กำมะถันและแคลเซียมในหินน้ำมัน

การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์กำมะถันและแคลเซียมในหินน้ำมันโดยใช้เครื่อง x-ray fluorescence spectrometer JOEL JSX-60PA ทำการวิเคราะห์โดยศูนย์เครื่องมือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฌ. ความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิไดเซชัน (Minimum fluidization velocity)

ทำการทดลองเทียบค่าอัตราการไหลของอากาศจากออริฟิตที่สร้างขึ้นใหม่กับอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศที่ได้มาตราฐาน ผลการทดลองแสดงในกราฟที่ 1 ตารางในภาคผนวกที่ ค

รูปที่ 4.4 Tube Furnace

รูปที่ 4.5 Bomb Calorimeter

การทดลองหาค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิไดเซชัน อาศัยการวัดค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอากาศไหลผ่านเบดดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ให้อากาศไหลผ่านคอลัมน์ว่างด้วยอัตราเร็วต่าง ๆ ตั้งแต่ 35 $ม^3$/ชม. ถึง 165 $ม^3$/ชม. ตามลำดับ พร้อมกับวัดค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่างแผ่นกระจายของไหลกับบริเวณเหนือเบดในแต่ละอัตราเร็วโดยใช้มานอมิเตอร์แรงน้ำ ค่าความดันลดที่ได้จะเป็นความดันที่เปลี่ยนแปลงที่เกิดเนื่องจากอากาศไหลผ่านคอลัมน์ระหว่างจุดที่ต่อเข้ากับมานอมิเตอร์

2. บรรจุหินน้ำมันขนาดต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ลงในคอลัมน์สูง 10 ซม. จากนั้นให้อากาศไหลผ่านคอลัมน์ด้วยช่วงอัตราเร็วดังข้างต้น พร้อมกับวัดค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงด้วยมานอมิเตอร์

3. นำค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงที่วัดได้ในข้อ 2 และข้อ 1 ในแต่ละช่วงมาลบกัน จะได้ค่าความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของอากาศผ่านเบด ผลจากการทดลองแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3 (ภาคผนวกที่ ง)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนความสูงเบดจาก 10 ซม. เป็น 15 ซม. และ 20 ซม. ตามลำดับ วัดค่าความดันที่เกิดขึ้นแล้วนำมาคำนวณหาค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของอากาศผ่านเบดที่ระดับความสูงต่าง ๆ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1, 2, 3 (ภาคผนวกที่ ง) และนำค่าที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศผ่านเบดและความดันที่เปลี่ยนไปดังแสดงในกราฟที่ 5.1, 5.2 และ 5.3

ญ. อัตราการป้อนหินน้ำมัน

หาอัตราการป้อนหินน้ำมันเข้าสู่คอลัมน์โดยทำการป้อนหินน้ำมันเข้าสู่คอลัมน์พร้อมทั้งจับเวลา โดยให้หินน้ำมันไหลออกทางด้านล่างของคอลัมน์ใส่ลงในภาชนะทุก ๆ 3 นาที เปลี่ยนภาชนะรองรับหินน้ำมันใหม่ นำภาชนะที่บรรจุหินน้ำมันไปชั่งหาน้ำหนัก แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของอัตราการป้อนหินน้ำมัน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราการป้อนหินน้ำมันของหินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม., 1-2 มม. 1-3 มม.

(นาที) เวลาต่อเนื่อง	(กรัม) ขนาดเล็กกว่า 1 มม.	(กรัม) ขนาด 1-2 มม.	(กรัม) ขนาด 1-3 มม.
3	1000	970	1220
6	1000	1000	1212
9	1000	980	1210
12	1000	980	1207
15	1000	970	1212
18	1000	980	1220
21	1000	1000	1208
24	1000	965	1211
เฉลี่ย	1000	980.625	1212.5
อัตราการป้อน (กรัม/นาที)	333.33	326.88	404.17

4.4 การเผาไหม้หินน้ำมันอย่างต่อเนื่องในฟลูอิไดซ์เบด

ก. การเตรียมการก่อนการเผาไหม้

1. วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature, Tw) และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature, Td) ของอากาศที่ไหลผ่านคอสัมน์เพื่อใช้ในการทดลอง

2. เตรียมเครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซร้อนที่ออกมา โดยเปิดสวิทซ์เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงานเป็นการอุ่นเครื่องประมาณ 15 นาทีก่อนทำการวัด

3. เตรียมเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (recorder) เพื่อบันทึกอุณหภูมิที่ตำแหน่งเบดและทางออกก๊าซโดยต่อกับเครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermocouple) และเปิดอุ่นเครื่องก่อนใช้งานประมาณ 15 นาที

4. บรรจุหินน้ำมันขนาดต่าง ๆ ที่กำหนดลงในระบบป้อนวัตถุดิบจากนั้นอุ่นเตาโดยใช้หัวเผาส่อดเข้าช่องส่อดหัวเผา ใช้ก๊าซหุงต้ม (L.P.G.) เป็นเชื้อเพลิงจุดอุ่นเตา ขณะเดียวกันก็เปิดวาล้วอากาศให้ไหลผ่านเข้าสู่เบดเล็กน้อย พร้อม ๆ กันนั้นก็ป้อนหินน้ำมันเข้าคอสัมน์ จนกระทั่งอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และหินน้ำมันเริ่มลุกติดไฟจึงดับไฟที่หัวเผาและนำหัวเผาออกจากคอสัมน์พร้อมทั้งปิดช่องส่อดหัวเผาด้วยแผ่นไมก้า ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

ข. วิธีการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันในฟลูอิไดซ์เบด

1. หลังจากที่เผาไหม้จนอุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดแล้ว ค่อย ๆ เปิดวาล้วให้อากาศไหลผ่านเบดมากขึ้นทีละน้อย จนกระทั่งถึงความเร็วของอากาศที่ต้องการ ขณะเดียวกันก็เปิดแมกนีติกสวิทซ์ (Magnetic switch) และปรับความสูงของปลายลวดทองแดงที่อยู่เหนือสารละลายอิเลคโตรไลต์ (Electrolyte) ให้สัมพันธ์กับการเปิดปิดของมอเตอร์ที่หมุนสกรูนำเถ้าออกจากคอสัมน์ ดังรูปที่ 3.7 เพื่อควบคุมระดับความสูงของเบดและตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิเพื่อควบคุมอุณหภูมิของการเผาไหม้ตามที่ต้องการให้สัมพันธ์กับการป้อนวัตถุดิบ

2. เมื่อความสูงของหินน้ำมันภายในเบดสูงกว่าความสูงที่กำหนดไว้จะทำให้แมกนีติกสวิทซ์ (Magnetic switch) ทำงานควบคุมมอเตอร์ในการเปิดทางออกเถ้า โดยขับเถ้าออกมาด้วยสกรูหมุน เถ้าจะไหลออกจนกระทั่งความสูงเบดเท่ากับความสูงที่กำหนดไว้โดยที่ความสูงดังกล่าวสัมพันธ์กับระดับของอิเลคโตรไลต์ (Electrolyte) ดังกล่าวไว้ในหัวข้อ

3.1.7 แมกนีติก สวิทช์ จะตัดไฟฟ้าทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน ดังนั้นทางออกเถ้าจะปิด และทางออกเถ้าจะเปิดเพื่อขับเถ้าออกมาอีกก็ต่อเมื่อความสูงเบดสูงกว่าความสูงที่กำหนดไว้ เป็นเช่นนี้สลับกันไปเรื่อย ๆ ตลอดการทดลอง ในการทดลองนี้จะต้องรอจนกระทั่งการเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิของการเผาไหม้ และอัตราการไหลของอากาศที่ต้องการ จึงเริ่มจับเวลาที่ทำการทดลอง

3. เมื่อการเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิของการเผาไหม้และอัตราการไหลของอากาศที่ต้องการแล้ว เริ่มจับเวลาที่เริ่มทำการทดลอง พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้งของก๊าซร้อนที่ออกจากคอลัมน์ที่ทำการเผาไหม้ วัดส่วนผสมของก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซ การเก็บข้อมูลต่าง ๆ จะกระทำทุก ๆ 10 นาที ใช้เวลาทำการทดลองนาน 30-40 นาที ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.2 ถึง 5.16

4. เมื่อการเผาไหม้สิ้นสุดลงก็นำเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ที่ออกมาทางด้านล่างของคอลัมน์และจากไซโคลนนับแต่เริ่มจับเวลาไปชั่งหาน้ำหนัก พร้อมกับนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติกายภาพของเถ้า ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1 ถึง 15(ภาคผนวกที่ จ) คำนวณหาอัตราการป้อนหินน้ำมันที่ใช้ในการเผาไหม้ตลอดระยะเวลาที่เริ่มทำการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

4.5 สภาวะในการเผาไหม้ (ดังแสดงในตารางที่ 4.2, 4.3 และ 4.4)

ในแต่ละการทดลองมีตัวแปรที่จะทำการพิจารณาคือ

ก. อุณหภูมิของการเผาไหม้ ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 600 ± 20 องศาเซลเซียส 650 ± 20 องศาเซลเซียส, 700 ± 20 องศาเซลเซียส, 750 ± 20 องศาเซลเซียส และ 800 ± 20 องศาเซลเซียส

ข. อัตราการไหลของอากาศ ทำการทดลองที่ค่าความเร็วลม 1.2 Umf, 1.4 Umf, 1.6 Umf และ 1.5 Umf,2.0 Umf และ 2.5 Umf

ค. ขนาดของหินน้ำมัน ใช้ขนาดเล็กกว่า 1 กรัม, 1-2 กรัม และ 1-3 กรัม (ภาคผนวกที่ ช)

ตารางที่ 4.2 แสดงสภาวะที่กำหนดให้ในการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันอย่างต่อเนื่องในฟลูอิไดซ์เบด

ขนาดหินน้ำมัน (มม.)	อุณหภูมิของการเผาไหม้ (องศาเซลเซียส)	อัตราการไหลของอากาศ ($ม^3$/นาที) ที่ STP	ความเร็วของอากาศที่ใช้ (ซม./วินาที)
เล็กกว่า 1	600	0.4495	132.0
		0.5244	154.0
		0.5993	176.0
	650	0.4495	132.0
		0.5244	154.0
		0.5993	176.0
	700	0.4495	132.0
		0.5244	154.0
		0.5993	176.0
	750	0.4495	132.0
		0.5244	154.0
		0.5993	176.0
	800	0.4495	132.0
		0.5244	154.0
		0.5993	176.0

หมายเหตุ : เครื่องควบคุมอุณหภูมิทำงานเมื่ออุณหภูมิแตกต่างกัน $\pm$ 20 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.3 แสดงสภาวะที่กำหนดให้ในการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันอย่างต่อเนื่องในฟลูอิไดซ์เบด

ขนาดหินน้ำมัน (มม.)	อุณหภูมิของการเผาไหม้ (องศาเซลเซียส)	อัตราการไหลของอากาศ ($ม^3$/นาที) ที่ STP	ความเร็วของอากาศที่ใช้ (ซม./วินาที)
1-2	600	0.9670	284.00
		1.1282	331.33
		1.2894	378.67
	650	0.9670	284.00
		1.1282	331.33
		1.2894	378.67
	700	0.9670	284.00
		1.1282	331.33
		1.2894	378.67
	750	0.9670	284.00
		1.1282	331.33
		1.2894	378.67
	800	0.9670	284.00
		1.1282	331.33
		1.2894	378.67

ตารางที่ 4.4 แสดงสภาวะที่กำหนดให้ในการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันอย่างต่อเนื่องในฟลูอิไดซ์เบด

ขนาดหินน้ำมัน (มม.)	อุณหภูมิของการเผาไหม้ (องศาเซลเซียส)	อัตราการไหลของอากาศ ($ม^3$/นาที) ที่ STP	ความเร็วของอากาศที่ใช้ (ซม./วินาที)
1.-3	600	0.803	235.8
		1.071	314.5
		1.339	393.2
	650	0.803	235.8
		1.071	314.5
		1.339	393.2
	700	0.803	235.8
		1.071	314.5
		1.339	393.2
	750	0.803	235.8
		1.071	314.5
		1.339	393.2
	800	0.803	235.8
		1.071	314.5
		1.339	393.2