# บทที่ 5

# การทดลอง

5.1 การทดลอง เพื่อการศึกษาพฤติกรรมและคุณลักษณะของฟลูอิคไดซ์ เบด ความ เร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์ เบด และลักษณะการผสมผสานของอนุภาคขณะ เกิดปราฏการณ์ฟลูอิคได เซชั่น

5.1.1 เครื่องมือทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ทดลองมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 5.1 ถึง 5.4 ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

ก. ส่วนที่ เป็นหอทดลอง (Column) ซึ่งทำด้วยท่อพีวีซีใสมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 10.8 เซนติ เมตร สูง 200 เซนติ เมตร ที่ส่วนล่างมีแผ่นกระจายอากาศ (Distributor plate) ทำด้วยแผ่นพลาสติกแข็งใสขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 21.4 เซนติ เมตร เจาะรูขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิ เมตร จำนวน 60 รู

ข. อุปกรณ์วัดความแตกต่างของความดัน (Manometer) ทำด้วยหลอดแก้วงอ เป็นรูปตัวยู ภายในมีน้ำบรรจุอยู่

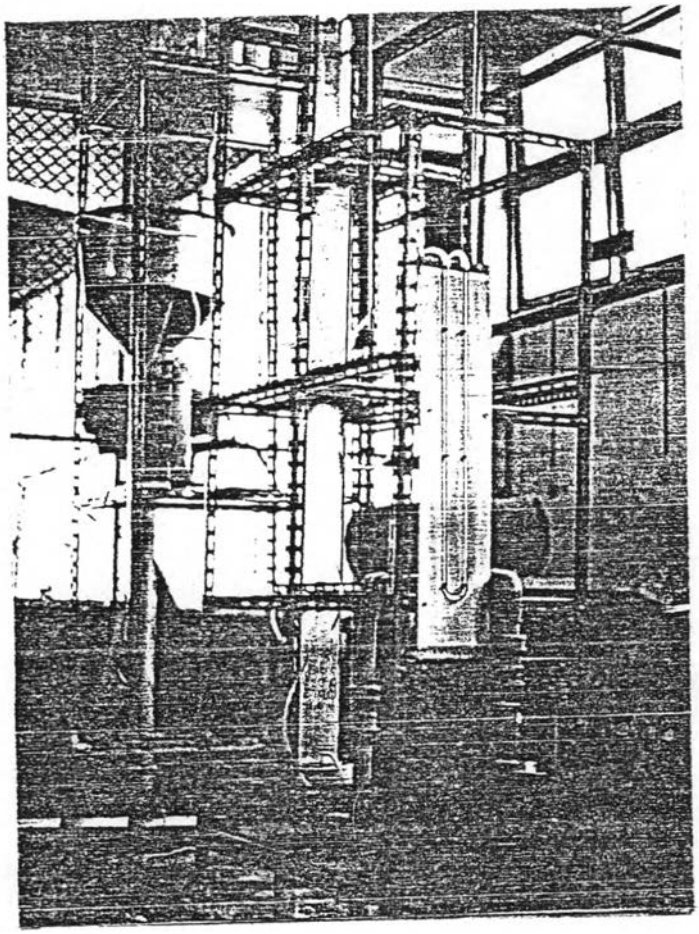
ค. อุปกรณ์วัดปริมาตรการไหลของอากาศ (Rotameter)สามารถวัดปริมาตรการไหลของอากาศได้สูงถึง 90 นอร์มัลลูกบาศก์ เมตรต่อชั่วโมง

ง. ปั๊มลม (Air Compressor) สามารถทำความดันได้สูงสุดประมาณ 60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และจ่ายอากาศได้อย่างสม่ำ เสมอ

จ. อุปกรณ์ป้อนสารตัวนำ ทำด้วยท่อพีวีซี ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25.4 มิลลิ เมตร ภายในมีก้านกระทุ้ง เพื่อพลักดันให้สารตัวนำร่วงหล่นลงไปในหอทดลองอย่างรวด เร็ว

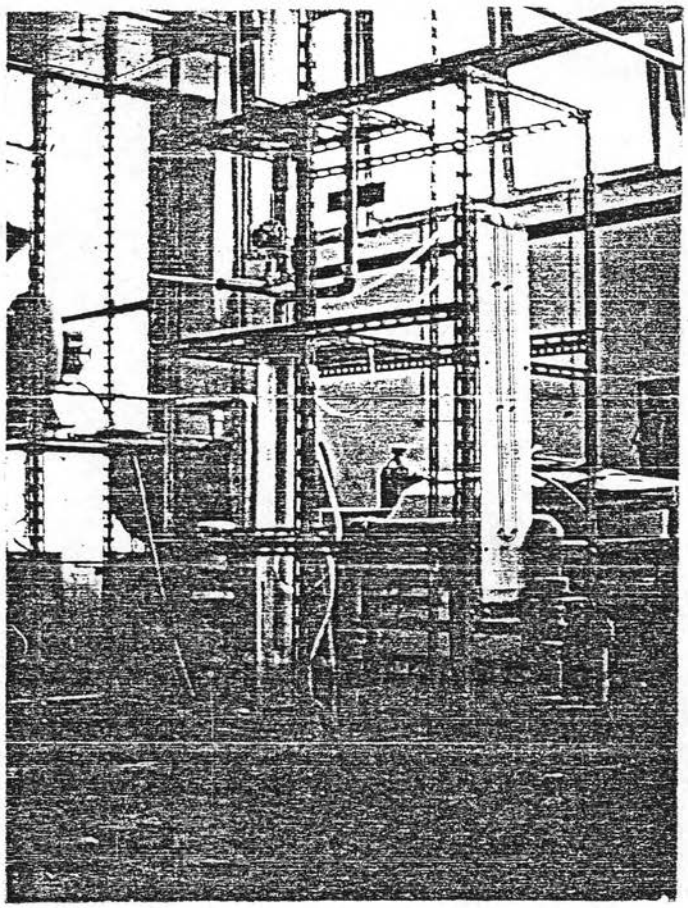
5.1.2 วัสดุทดลอง

5.1.2.1 วัสดุที่ใช้ เป็น เบด (Bed Material) ใช้ถ่านหินลิกไนท์จากแหล่งแร่แม่ เมาะ จังหวัดลำปาง โดยผ่านการบดหยาบด้วย เครื่องบดหยาบ (Jaw Crusher) และหาขนาดด้วยวิธีร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดตามมาตรฐานอ เมริกัน ASTM E-11 1970 Reapproved 1977) ขนาดของตะแกรงที่ใช้คือ เบอร์ 4 (4.75 มิลลิ เมตร) เบอร์ 6 (3.35 มิลลิ เมตร)

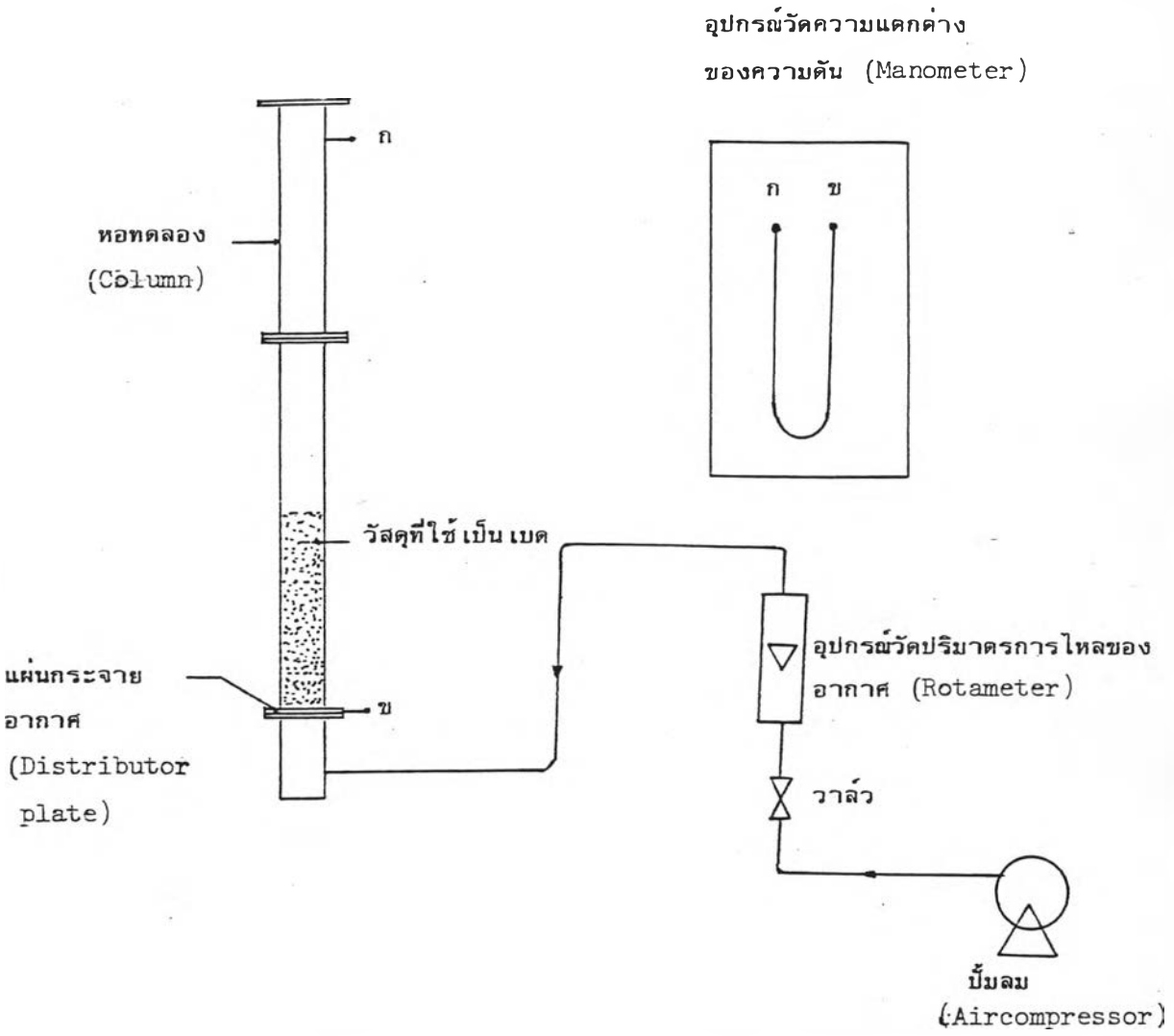


รูปที่ 5.1 เครื่องมือทดลองศึกษาพฤติกรรมและคุณลักษณะของฟลูอิดไดซ์ เบด แบบไม่ต่อ เนื่อง

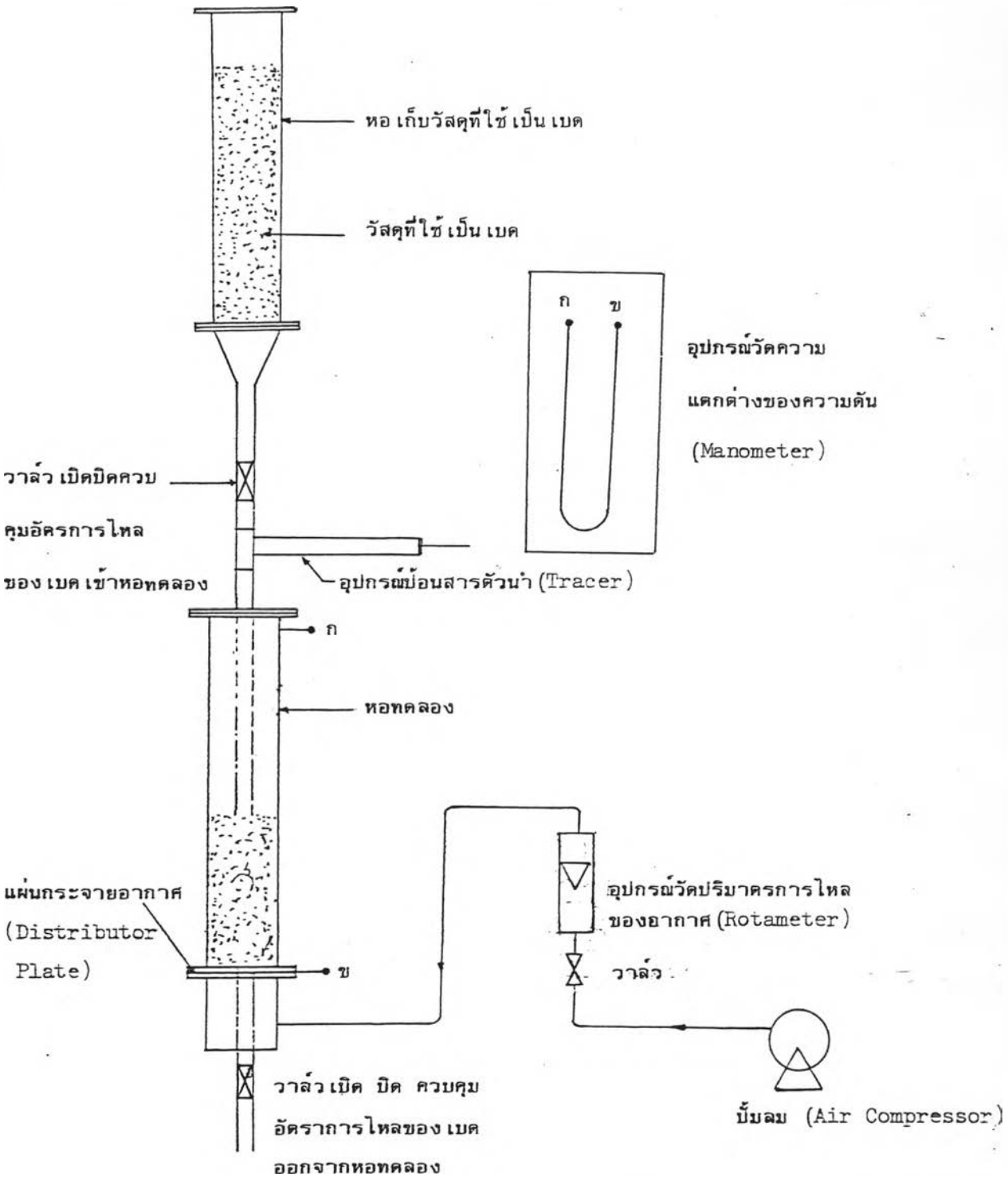
I 17250146



รูปที่ 5•2 เครื่องมือทดลองศึกษาพฤติกรรมและคุณลักษณะของฟลูอิดไดซ์ เบดแบบต่อเนื่องและลักษณะการผสมผสานของอนุภาคขณะ เกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชั่น




รูปที่ 5.3 แผนภาพ เครื่องมือทดลองศึกษาพฤติกรรม และคุณลักษณะของฟลูอิดไดซ์ เบดแบบไม่ค่อ เนื่อง




**รูปที่ 5.4** แผนภาพ เครื่องมือทดลองศึกษาพฤติกรรมและคุณลักษณะของฟลูอิดไดซ์ เบด แบบต่อ เนื่อง และลักษณะการผสมผสานของอนุภาคขณะ เกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชั่น

เบอร์ 8 (2.36 มิลลิเมตร) เบอร์ 12 (1.70 มิลลิเมตร) และเบอร์ 16 (1.18 มิลลิเมตร) สำหรับขนาดของถ่านหินลิกไนท์ที่ใช้มี 5 ขนาดคือ

ขนาดที่ 1 ร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 4 และค้างบนตะแกรง เบอร์ 6 ขนาดของถ่านหินลิกไนท์ โดยเฉลี่ย $(\bar{d}p)_1$ เท่ากับ 4.05 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 2 ร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 6 และค้างบนตะแกรง เบอร์ 8 ขนาดของถ่านหินลิกไนท์ โดยเฉลี่ย $(\bar{d}p)_2$ 2.855 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 3 ร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 8 และค้างบนตะแกรง เบอร์ 12 ขนาดของถ่านหินลิกไนท์ โดยเฉลี่ย $(\bar{d}p)_3$ เท่ากับ 2.03 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 4 ร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 12 และค้างบนตะแกรง เบอร์ 16 ขนาดของถ่านหินลิกไนท์ โดยเฉลี่ย $(\bar{d}p)_4$ เท่ากับ 1.44 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 5 เป็นขนาดกระจาย (Size distribution) ซึ่งได้จากการร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 4 ถึง เบอร์ 16 และนำมาหาขนาดกระจายด้วยวิธีคำนวณจากสมการ (5.1)[9]

$$(\bar{d}p) = \frac{1}{\Sigma^{\text{alli}}(x/dp)_i} \qquad (5.1)$$

เมื่อ x คือ เศษส่วนของน้ำหนักในช่วงหนึ่ง ๆ

$(\bar{d}p)$ คือ ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยแต่ละช่วง

จากการคำนวณได้ขนาดของถ่านหินลิกไนท์ $(\bar{d}p)_5$ เท่ากับ 2.087 มิลลิเมตร ถ่านหินลิกไนท์ที่ใช้เป็นเบดมีค่าความถ่วงจำเพาะโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.5

5.1.2.2 วัสดุที่ใช้เป็นสารตัวนำ (Tracer) โดยใช้สารประกอบโซเดียม-คาร์บอเนต ($Na_2CO_3 \cdot H_2O$) เป็นสารตัวนำและหาขนาดด้วยวิธีร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 12 และค้างบนตะแกรง เบอร์ 16 ค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับขนาดของวัสดุเป็นเบด ขนาดที่ 4 สารตัวนำดังกล่าว มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.55

5.1.3 การทดลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมคุณลักษณะและความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดซ์เบด แบ่งเป็น 2 วิธีคือ

5.1.3.1 การทดลองแบบไม่ต่อ เนื่อง (Batch) แบ่งวิธีทดลอง เป็น 2 วิธีคือ

วิธีแรก โดย เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดขนาดใดขนาดหนึ่งลงไปในหอทดลองจนได้ความสูงของ เบดคงที่ (Fixed bed) ตามต้องการและ เมื่อทดลองครั้งหนึ่งแล้วจะนำวัสดุ เติมออกทั้งหมด แล้ว เติมวัสดุใหม่ขนาด เดียวกันลงในหอทดลอง โดยครั้งหลังนี้ความสูงของ เบดคงที่จะสูงกว่าการทดลองครั้งแรก และในครั้งต่อ ๆ ไป ก็จะทำ เช่น เดียวกัน จากนั้น เปลี่ยนวัลดุที่ใช้ เป็น เบดขนาดอื่นและทดลอง เช่น เดียวกัน

สำหรับรายละ เอียดวิธีทดลองมีดังนี้

ก. เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดลงไปในหอทดลอง โดย เริ่มจากขนาด 4.05 มิลลิ เมตรก่อน ความสูงของ เบดคงที่ เท่ากับ 4.0 เซนติ เมตร

ข. ปรับระดับน้ำในอุปกรณ์วัดความดันตกอยู่ที่ระดับ 0-0

ค. ปรับอัตราความ เร็วของอากาศที่ไหลผ่านหอทดลอง เริ่มจากความ เร็ว 60.2 เซนติ เมตร/วินาที และ เพิ่มความ เร็วขึ้นในช่วงละ 6 เซนติ เมตร/วินาที จนถึงความ เร็วสูงสุด 186.6 เซนติ เมตร/วินาที จากนั้นก็ลดอัตราความ เร็วของอากาศในอัตรา เดียวกับการ เพิ่มความ เร็วจนกระทั่งความ เร็วลดลง เหลือศูนย์หรือไม่มีอากาศผ่าน เข้าไปในหอทดลอง

ง. บันทึกความดันตกภายในหอทดลองทุกช่วงที่ เพิ่มหรือลดความ เร็วของอากาศ

จ. นำวัสดุที่ใช้ เป็น เบดที่อยู่ในหอทดลองออกทั้งหมดแล้ว เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดขนาด เดียวกันลงไปใหม่โดย เพิ่มความสูงของ เบดคงที่ เป็น 6.5 9.0 12.0 และ 18.0 เซนติ เมตร ตามลำดับ แล้วทดลอง เช่น เดียวกันตามข้อ ข. ถึง ข้อ ง.

ฉ. เปลี่ยนขนาดของวัสดุที่ใช้ เป็น เบดใหม่ เป็นขนาด 2.855 2087 2.03และ 1.44 มิลลิ เมตร ตามลำดับแล้วทดลอง เช่น เดียวกันตามข้อ ก ถึง ข้อ จ จนครบทุกขนาด

สำหรับวิธีที่สองนั้น การทดลองจะคล้ายกับวิธีแรกแต่แตกต่างกันที่การ เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดใหม่ลงไปในหอทดลอง โดยในวิธีที่สองนี้ เมื่อ เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดขนาดใดขนาดหนึ่งลงไปในหอทดลองและ เมื่อดำ เนินการทดลองตามข้อ ข ถึงข้อ ง แล้วจะไม่นำวัสดุที่ใช้ เป็น เบด เติมออก แต่จะ เพิ่มความสูงของ เบดคงที่ขึ้นโดย เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดใหม่ลงไปผสมกันของ เติมที่ทดลองไปแล้วจากนั้นก็ เริ่มทดลองใหม่ตามข้อ ข ถึงข้อ ง ทำ เช่นนี้ เรื่อยไปจนกระทั่งได้ความสูงของ เบดคงที่สูงสุดตามที่ต้องการแล้วจึง เปลี่ยนขนาดของวัสดุที่ใช้ เป็น เบดขนาดอื่น ๆ ต่อไปจนครบทุกขนาด

5.1.3.2 การทดลองแบบต่อ เนื่อง

วิธีทดลองมีดังนี้

ก. เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดขนาด 1.44 มิลลิ เมตรลงในหอ เก็บวัสดุที่ใช้ เป็น เบดจน เต็ม (ดูรูปที่ 5.2)

ข. เปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหล เข้าของ เบด (ตัวบน) จนความสูงของ เบดคงที่ในหอทดลอง สูงประมาณ 9.0 เซนติ เมตร แล้วจึงปิดวาล์ว

ค. ปรับอัตราความ เร็วของอากาศ โดยผ่านทางตัวกระจายอากาศ เข้าไปในหอทดลอง จนกระทั่งถึงความ เร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์ เบด หรือสูงกว่าความ เร็วนี้ เล็กน้อย ความ เร็วของอากาศภายในหอทดลองประมาณ 102.0 เซนติ เมตรต่อวินาที

ง. ปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหล เข้า (ตัวบน) และไหลออก (ตัวล่าง) จนกระทั่งความสูงของ เบดในหอทดลองคงที่ ซึ่งขณะนี้วัสดุในหอทดลองจะขยายตัวอยู่ที่ระดับ 11.5 เซนติ เมตร

จ. บันทึกอัตราการไหลของอากาศ และความแตกต่างของความดันภายในหอทดลอง

การทดลองแบบต่อ เนื่องนี้ จะใช้วัสดุที่ เป็น เบด ซึ่งมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย เท่ากับ 1.44 มิลลิ เมตร ซึ่ง เป็นขนาด เล็กที่สุด ทั้งนี้ เพราะรูปิด เปิดของวาล์วควบคุมอัตราการไหล เข้าออกของ เบดที่ใช้มีขนาด เล็ก

5.1.4 การทดลอง เพื่อศึกษาลักษณะการผสมผสานของอนุภาคของแข็งขณะ เกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไค เซชั่น

วิธีทดลองมีดังนี้

ก. เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เบดซึ่งมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย ($\bar{d}p$) เท่ากับ 1.44 มิลลิ เมตร ลงไปในหอ เก็บวัสดุที่ใช้ เป็น เบดจน เต็ม

ข. เปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหล เข้า (ตัวบน) เพื่อให้วัสดุที่ใช้ เป็น เบดในหอ เก็บวัสดุไหลลงไปในหอทดลองจนได้ความสูงของ เบดคงที่ เท่ากับ 7.0 เซนติ เมตร

ค. ปรับอัตราความ เร็วของอากาศที่ผ่าน เข้าไปในหอทดลองให้คงที่ด้วยความ เร็ว 105.3 เซนติ เมตรต่อวินาที ซึ่งสูงกว่าความ เร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์ เบด ประมาณ 2 เท่า

ง. ปรับวาล์วทั้งบนและล่างให้ เปิดพอดีที่จะทำความสูงของวัสดุที่ใช้ เป็น เบดในหอทดลองคงที่ ซึ่งแสดงว่าการไหลของ เบดในหอทดลอง เป็นไปอย่างต่อ เนื่อง

จ. ป้อนสารตัวนำทั้งหมด เข้าไปในหอทดลองอย่างรวด เร็ว (ใช้ เวลาประมาณ 0.3 วินาที)

ฉ. เก็บตัวอย่างทางด้านล่างของหอทดลอง ทันที เมื่อป้อนสารตัวนำ เข้าไปใน เบด พร้อมทั้งบันทึกระยะ เวลาในการ เก็บตัวอย่างทุกครั้งด้วยจากการทดลองนี้จะ เก็บตัวอย่างครั้งละ ง65 กรัม ใช้ เวลา เก็บแต่ละตัวอย่างประมาณ 20 วินาที ตัวอย่างที่ เก็บแต่ละครั้งจะ เป็นส่วน ผสมของสารตัวนำและวัสดุที่ใช้ เป็น เบดรวมกันอยู่

ช. วิ เคราะห์หาปริมาณของสารตัวนำที่ผสมอยู่ในตัวอย่างที่ เก็บแต่ละตัวอย่างโดยใช้ วิธีวิ เคราะห์ตามภาคผนวก ก

ซ. วาดกราฟระหว่างปริมาณของสารตัวนำกับช่วง เวลาที่ เก็บสารตัวนำ เพื่อหาค่า สารตัวนำอ้างอิง (Co) และ เวลาที่สารตัวนำอยู่ในหอทดลอง ($\bar{t}$)

ฌ. วาดกราฟระหว่างอัตราส่วนสารตัวนำต่อสารตัวนำอ้างอิง (C/Co) กับอัตรา ส่วน เวลาต่อ เวลาที่สารตัวนำอยู่ในหอทดลอง ($t/\bar{t}$)

ญ. เปรียบ เทียบลักษณะของกราฟที่ได้ตามข้อ ฌ. กับโม เดลการผสมแบบต่าง ๆ เช่น Plug flow และ Backmix flow เป็นต้น

5.2 การทดลอง เผาไหม้ถ่านหินลิกไนท์ใน เตา เผาแบบฟลูอิดไดซ์ เบด

5.2.1 เครื่องมือทดลอง

รูปร่างลักษณะและส่วนประกอบของ เตา เผาแบบฟลูอิดไดซ์ เบดที่จัดสร้าง ขึ้น เพื่อศึกษาทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 5.5 ถึง 5.7 มีส่วนประกอบดังนี้

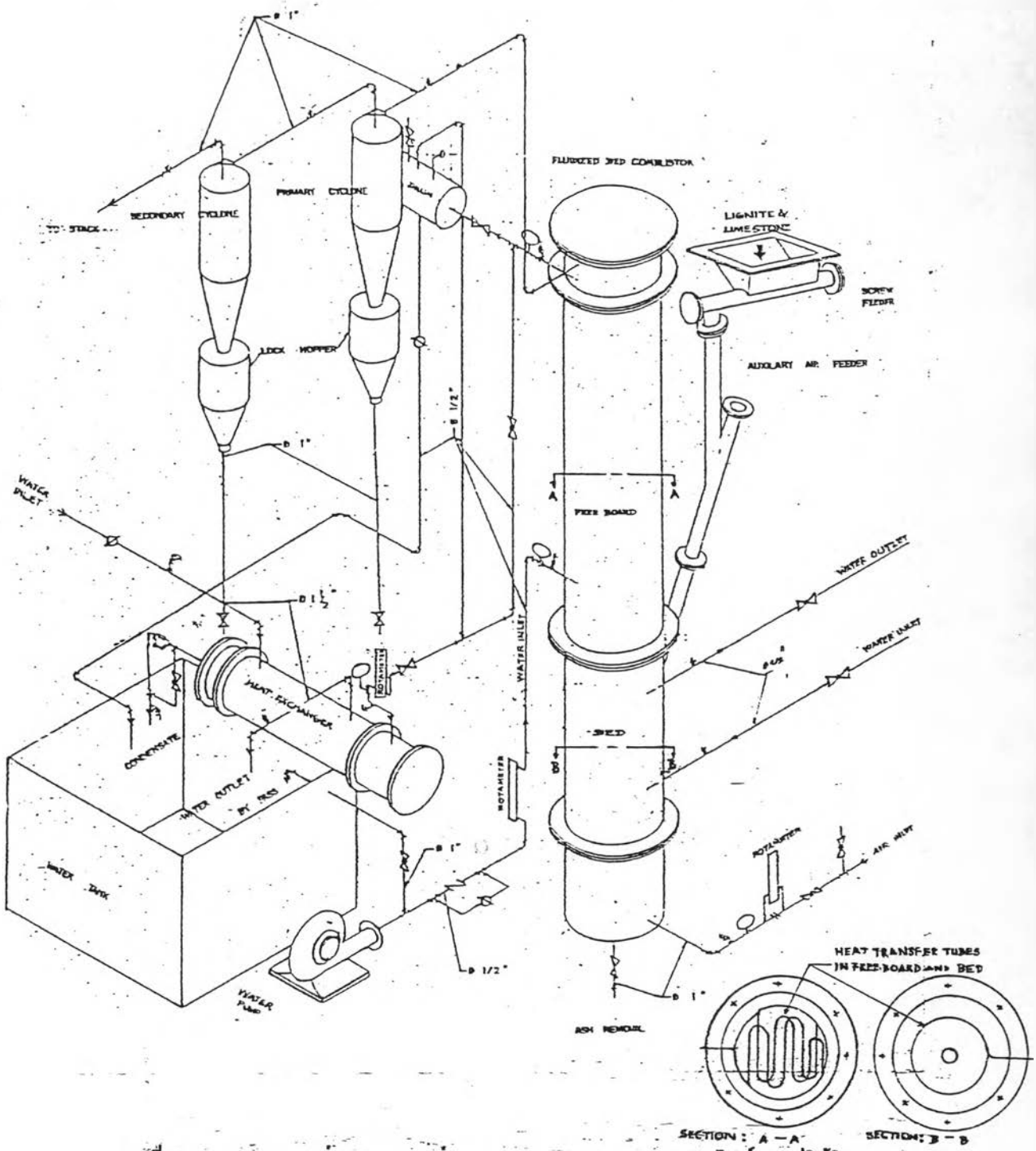
ก. ส่วนที่ เป็น เตา เผา (Combustor)ทำด้วย เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 23.6 เซนติ เมตร และภายใน 23.0 เซนติ เมตร ความสูง รวม 219 เซนติ เมตร แบ่ง เป็นส่วนต่าง ๆคือ

ส่วนล่างสุด (Plenum) เป็นส่วนที่อากาศ เข้า สูงประมาณ 30 เซนติ เมตร

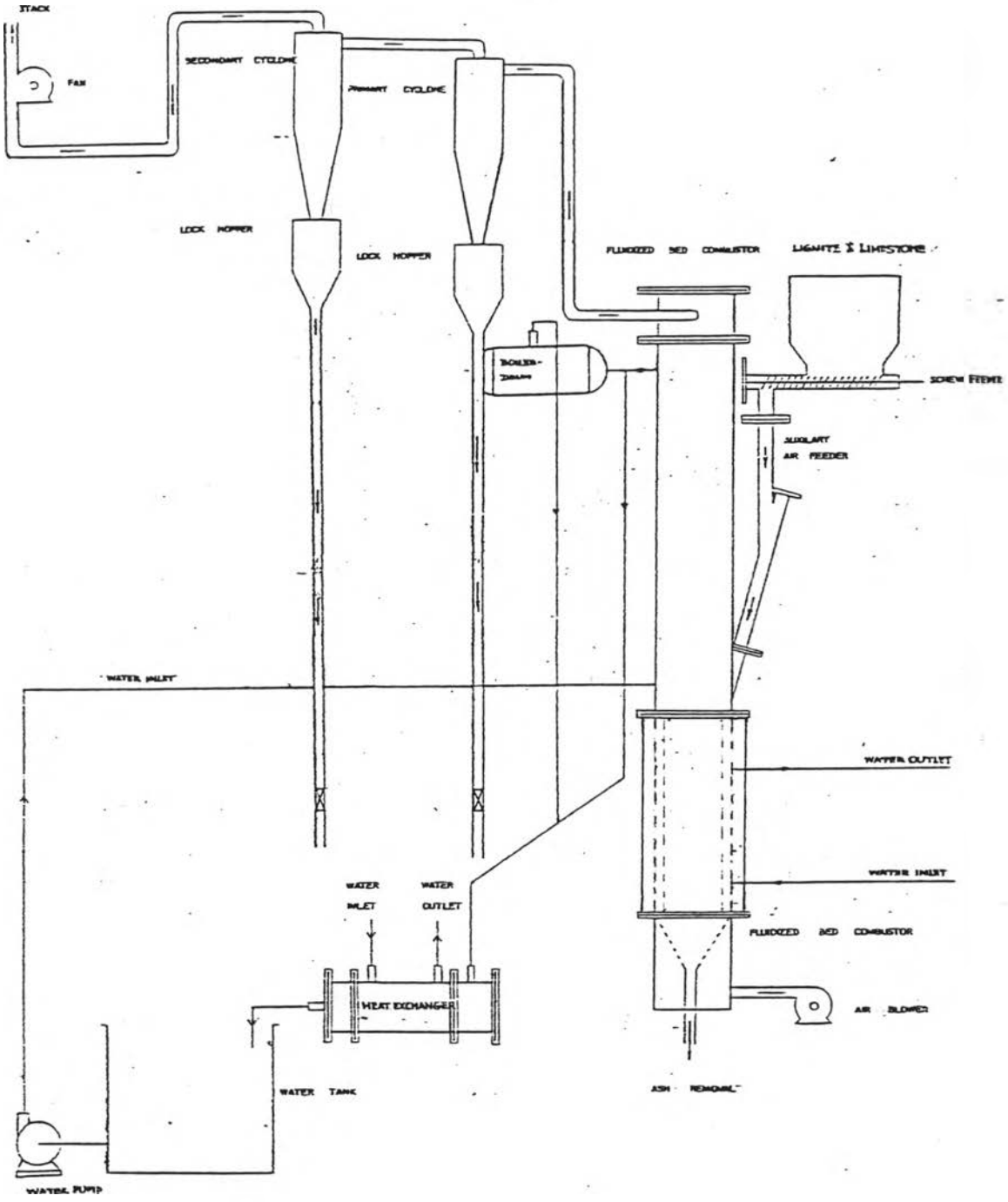
ส่วนที่สอง เป็นส่วนของ เบด (Bed) สูงประมาณ 60 เซนติ เมตร ภายในและ ภายนอกบุด้วยวัสดุป้องกันความร้อน มีขดท่อทองแดง ϕ 3/8" ยาว 200 เซนติ เมตร บรรจุอยู่ ภายใน เบด เพื่อถ่าย เทความร้อนและควบคุมอุณหภูมิ

ส่วนที่สาม เป็นบริ เวณเหนือ เบด (Freeboard) สูงประมาณ 114 เซนติ เมตร มีขดท่อทองแดง ϕ 3/8 " ยาว 460 เซนติ เมตร บรรจุอยู่ภายใน เพื่อถ่าย เทความร้อนและควบ คุมอุณหภูมิ

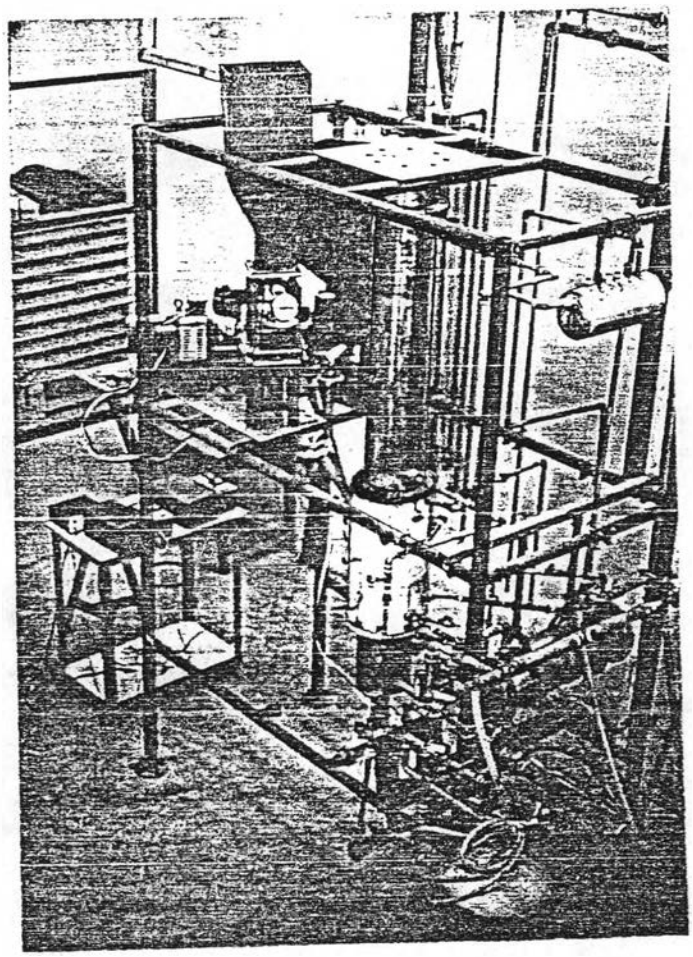
ส่วนบนสุด เป็นส่วนที่ต่อกับไซโคลน (Cyclone) สูงประมาณ 15 เซนติ เมตร




รูปที่ 5.5 แผนภาพส่วนประกอบต่าง ๆ ของเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบดที่ใช้ในการทดลอง




รูปที่ 5.6 แผนภาพการทำงานของเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบดที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 5.7 ภาพถ่าย เตา เผาแบบฟลูอิดไดซ์ เบดที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 5.8 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของอนุภาคในเบดในการทดลองที่ 1

ข. อุปกรณ์ป้อนถ่านหินลิกไนท์และหินปูน (Screw Feeder)

ค. ไซโคลน (Cyclones) 2 ตัว ต่อ เป็นอนุกรม เพื่อดักจับอนุภาคขนาด เล็กที่หลุดลอยออกมาจาก เตา เผาทางท่อระบายก๊าซ เสีย (Flue gas)

ง. อุปกรณ์แยกชั้นไอน้ำ และน้ำ เดือด (Boiler drum)

จ. อุปกรณ์แลก เปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger)

ฉ. ปั๊มลม (Airblower) และปั๊มน้ำ (water pump)

ช. อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำ และการไหลของลม โดยใช้โรตามิ เตอร์ (Rotameter)

ซ. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายใน เตา เผาโดยใช้ เทอร์โมคับ เปิล (Thermocouple)

ฌ. อุปกรณ์จุดไฟ (Burner) โดยใช้ก๊าซปิโตร เลียม เหลว (LPG) เป็น เชื้อ เพลิง และใช้อากาศ เป็นตัวช่วยติดไฟ

5.2.2 วัสดุทดลอง

5.2.2.1 ถ่านหินลิกไนท์ (Lignite)ที่ใช้ เป็น เชื้อ เพลิงใน เตา เผา เป็นถ่านหินจากแหล่งแร่แม่ เมาะ จังหวัดลำปาง มีขนาดและส่วนประกอบทาง เคมี ดังแสดงในตาราง ที่ 5.1 และ 5.2 ตามลำดับมีค่าความถ่วงจำ เพาะโดย เฉลี่ย เท่ากับ 1.5

5.2.2.2 หินปูน (limestone) ใช้ เป็นตัวกำจัดก๊าซซัล เฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$) เป็นหินปูนจากจังหวัดสระบุรี มีส่วนประกอบทาง เคมีดังนี้

แคล เซียมออกไซด์ (CaO) ร้อยละ 44.4 โดยน้ำหนัก

แมกนี เซียมออกไซด์ (MgO) ร้อยละ 8.8 โดยน้ำหนัก

สำหรับขนาดของหินปูนแสดงในตารางที่ 5.2 และมีค่าถ่วงจำ เพาะโดย เฉลี่ย เท่ากับ 2.75

5.2.2.3 อัตราผสมระหว่างถ่านหินลิกไนท์กับหินปูน เท่ากับ 2.4:1 โดยน้ำหนัก และอัตราส่วนระหว่าง แคล เซียม (Ca) กับกำมะถัน (S) เท่ากับ 3: 1 โดยน้ำหนัก โมเลกุล

5.2.3 วิธีทดลอง

5.2.3.1 ทดลองการ เผาไหม้ถ่านหินลิกไนท์และหินปูนโดยใช้อัตรา ส่วนผสม เท่ากับ 2.4: 1 โดยน้ำหนักขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

ก. ป้อนถ่านหินลิกไนท์และหินปูนลงไปใน เตา เผาบริ เวณ เบดพร้อมกันมีระดับความสูงประมาณ 40 เซนติ เมตร

ข. ทำให้บริ เวณ เบด เกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชั่น โดย ใช้อากาศจากปั๊มลม เป็นตัวช่วย

ค. ทำให้อุณหภูมิบริ เวณ เบดสูงขึ้น โดยใช้อุปกรณ์จุดไฟ (Burner) จนกระทั่งอุณหภูมิสูงประมาณ 400 องศา เซล เซียส ก็จะ เกิดการลุกไหม้ขึ้น เองใน เตา เผา

ง. ปรับอัตราการป้อนถ่านหินลิกไนท์และหินปูน เข้า เตา เผาในอัตรา 5.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

จ. ปรับอัตราความ เร็วของอากาศใน เตา เผาโดยมีการ แปร เปลี่ยนอัตราความ เร็วต่าง ๆ กันและแต่ละช่วงต้องให้อุณหภูมิภายใน เตา เผาคงที่ เสมอ

ฉ. ปรับอัตราการไหลของน้ำผ่านขดท่อทองแดงบริ เวณ เบด เท่ากับ 4,200 ลูกบาศก์ เซนติ เมตรต่อนาที และบริ เวณเหนือ เบด เท่ากับ 3,400 ลูกบาศก์ เซนติ เมตรต่อนาทีตามลำดับ

ช. วัดอุณหภูมิบริ เวณ เบดและ เหนือ เบดตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.8 รวมทั้งวัดอุณหภูมิของน้ำที่ไหล เข้าและไหลออกจาก เตา เผาทุกจุดด้วย

5.2.3.2 ทดลองการลดปริมาณก๊าซซัล เฟอร์ไดออกไซด์ที่ เกิดจาก การ เผาไหม้ถ่าหินลิกไนท์

5.2.3.2.1 ทดลองการ เผาไหม้ถ่านหินลิกไนท์โดยใช้หิน ปูน เป็นตัวกำจัดขั้นตอนการทดลองปฏิบัติคล้ายกับข้อ 5.2.3.1 แต่จะ เปลี่ยนอัตราการป้อน ถ่านหินลิกไนท์และหินปูน เข้า เตา เผา เป็น 9.9 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และจะตรวจสอบปริมาณก๊าซ ซัล เฟอร์ไดออกไซด์ที่บริ เวณปล่องระบายก๊าซ เสียห่างจากไซโคลนตัวที่สอง (Secondary Cyclone) เล็กน้อย โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณก๊าซซัล เฟอร์ไดออกไซด์ Color tube (Draeger tube) ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถใช้งานได้สะดวกและมีความคลาด เคลื่อนไม่ เกิน ร้อยละ 15

5.2.3.2.2 ทดลองการ เผาไหม้ถ่านหินลิกไนท์โดยไม่ใช้หิน-ปูน เป็นตัวกำจัด เพื่อ เปรียบ เทียบผลการทดลองกับข้อ 5.2.3.2.1

ขั้นตอนการทดลองจะปฏิบัติ เช่น เดียวกันกับข้อ 5.2.3.2.1 ทุกประการยก เว้นไม่มีการ เติมหินปูนลงไปใน เตา เผาด้วย

5.2.3.3 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่าย เทความร้อนใน เตา เผา นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในข้อ 5.2.3.1 ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่าย เทความร้อนใน เตา เผาบริ เวณ เบดและ เหนือ เบดต่อไป สมการที่ใช้และตัวอย่างการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 5.1 ส่วนประกอบทางเคมีของถ่านหินลิกไนท์

ก. วิเคราะห์โดยวิธีประมาณ (Proximate analysis)

As-received Basis

| ตัวอย่างที่ | ถ่านคงตัว (Fixed Carbon) ร้อยละ | สารระเหยเร็ว (Volatile Matter) ร้อยละ | ความชื้น (Moisture) ร้อยละ | เถ้าถ่าน (Ash) ร้อยละ | กำมะถัน (Sulfhur) ร้อยละ | ค่าความร้อน (Heating Value) แคลอรี่/กรัม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 22.10 | 33.90 | 31.91 | 12.09 | 4.09 | 4163.2 |
| 2 | 19.09 | 33.46 | 30.55 | 16.09 | 4.40 | 4065.5 |
| 3 | 25.80 | 34.72 | 28.52 | 10.96 | 3.82 | 4376.4 |
| 4 | 14.31 | 37.01 | 19.84 | 28.84 | 2.59 | 3205.8 |
| 5 | 21.71 | 36.87 | 25.28 | 16.14 | 2.45 | 4130.9 |
| 6 | 28.91 | 29.11 | 33.43 | 8.55 | 2.39 | 4383.6 |
| 7 | 17.53 | 39.90 | 23.85 | 18.72 | 2.30 | 3958.3 |
| 8 | 30.17 | 31.67 | 27.85 | 10.58 | 2.26 | 4358.7 |
| 9 | 25.68 | 32.86 | 33.58 | 7.88 | 1.76 | 4597.1 |
| 10 | 29.27 | 30.46 | 30.74 | 9.53 | 1.12 | 4416.7 |

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ข. วิเคราะห์โดยวิธีอันติมะ (Ultimate analysis)

As-Received Basis

| ตัวอย่างที่ | คาร์บอน (C) ร้อยละ | ไฮโดรเจน (H) ร้อยละ | ไนโตรเจน (N) ร้อยละ | กำมะถัน (S) ร้อยละ | ออกซิเจน ($O_2$) ร้อยละ | เถ้าถ่าน (Ash) ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 40.7 | 6.9 | 1.7 | 2.4 | 37.5 | 10.8 |
| 2 | 37.0 | 5.6 | 1.2 | 1.4 | 33.0 | 21.8 |

หมายเหตุ การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของถ่านหินลิกไนท์ใช้วิธีวิเคราะห์ตามมาตรฐานอเมริกัน ASTM (American Society for Testing and Materials) Part 26-1980

ตารางที่ 5.2 ขนาดของถ่านหินลิกไนท์และหินปูน

| ขนาดของตะแกรง (U.S.Sieve No) | ร้อยละโดยน้ำหนัก (% by weight) | |
|---|---|---|
| | ถ่านหินลิกไนท์ (Lignite) | หินปูน (Limestone) |
| +8 | 17.0 | 0 |
| -8/+10 | 12.3 | 0 |
| -10/+12 | 13.3 | 4.2 |
| -12/+16 | 21.3 | 30.9 |
| -16/+18 | 11.2 | 24.5 |
| -18/+20 | 12.2 | 26.3 |
| -20 | 12.7 | 14.1 |

หมายเหตุ 1. วิเคราะห์ขนาดโดยใช้วิธีตามมาตรฐานอเมริกัน ASTM E11-70:1977

2. ขนาดโดยเฉลี่ย(Size distribution)ของถ่านหินลิกไนท์เท่ากับ 1.34 มิลลิเมตร และของหินปูนเท่ากับ 0.91 มิลลิเมตร