

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ทดลอง



อุปกรณ์ที่ใช้สามารถแบ่งออกเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนเตรียมสารดูดซึม

อุปกรณ์ที่ใช้คือ

- เครื่องผสมสารดูดซึม (ถ้ำลอย:ปูนขาว:ยิปซัม)
- เครื่องขึ้นรูปสารดูดซึม

2. ขั้นตอนการดูดซึม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดูดซึมมีส่วนประกอบดังนี้

2.1 เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง (packed bed) ที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร ป้อนสารดูดซึมทางด้านบนลงสู่ตะแกรงด้านล่าง จากตะแกรงด้านล่างสูงขึ้นไป 35 เซนติเมตร มีเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิภายในปฏิกรณ์

อุปกรณ์ให้ความร้อน ประกอบด้วยขดลวดให้ความร้อนหุ้มด้วยกระเบื้องทนความร้อน ภายนอกหุ้มด้วยใยเซรามิกทนความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียทางความร้อน ควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ แบบตัวเลขดิจิทัลซึ่งเป็นวงจรไฟฟ้าที่มีสวิตช์แม่เหล็ก (magnetic contactor) ควบคุมการป้อนกระแสไฟฟ้าให้แก่ขดลวดความร้อน โดยมีเทอร์โมคัปเปิล ชนิดโครเมล-อลูเมล แบบเค ควบคุมอุณหภูมิในช่วง 0-800 องศาเซลเซียส โดยสอดผ่านเข้าทางด้านข้างของเขา

2.2 มาโนมิเตอร์ (manometer)

ใช้สำหรับวัดความแตกต่าง ระหว่างความดันในเบดหรือความดันลด โดยหน่วยที่วัดเป็นความสูงของระดับปรอท (Δh) ลักษณะเป็นหลอดแก้วรูปตัวยูบรรจุปรอท ปลายข้างหนึ่งต่อกับท่อเล็กๆที่ต่อออกจากอากาศที่ไหลมาจากอากาศอัด

3. อุปกรณ์การชักตัวอย่างก๊าซ

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซึมจะถูกชักเก็บลงมาในหลอดแก้วชักตัวอย่าง (impinger) ซึ่งบรรจุสารละลาย 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซที่ได้ต่อไป

การเตรียมสารดูดซึม

- ก. ชั่งแก้ว ปูนขาว และยิปซัมตามอัตราส่วนต่างๆ ดังตารางที่ 3.1
- ข. นำสารที่ชั่งได้แต่ละตัวอย่างเข้าเครื่องผสม (mixer) จนเข้ากันดี
- ค. นำสารที่ผสมเรียบร้อยแล้วเติมน้ำคลุกจนทั่วและนำเข้าเครื่องขึ้นรูป
- ง. นำสารดูดซึมที่ได้ไปผึ่งลม 2-3 วัน บรรจุภาชนะเพื่อไว้ใช้ต่อไป

วิธีดำเนินการทดลอง

ศึกษาองค์ประกอบของถ้ำลอยลิกไนต์ด้วยเครื่อง EDX (Energy Dispersive X-ray fluorescence Spectrometer)

- ชั่งสารดูดซึมน้ำหนัก 100 กรัม บรรจุลงในเครื่องปฏิกรณ์ ปิดเครื่องแล้วตั้งอุณหภูมิ
- ปิดวาล์วป้องกันก๊าซไหลผ่านเครื่องปฏิกรณ์ทั้งด้านล่างและด้านบน
- เปิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์พร้อมเชื้อจากด้วยอากาศจากถังอัดอากาศ (air compressor) ให้อัตราการไหลของก๊าซเท่ากับ 1.5 ลิตรต่อนาที มีความเข้มข้นตามกำหนดในการทดลองใช้ 5000 พีพีเอ็ม (ppm) ไหลผ่านท่อคู่ขนานกับปฏิกรณ์ (by pass) ประมาณ 1-2 นาที ลงสู่ถังกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งบรรจุสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
- ปิดวาล์วท่อสาย by pass พร้อมเปิดวาล์วก๊าซเข้าเครื่องปฏิกรณ์ดูดซึมก๊าซที่ต่อกับหลอดแก้วชักตัวอย่าง (impinger) ซึ่งบรรจุสารละลาย 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จับเวลา 15 นาที เมื่อครบเวลาปิดวาล์วก๊าซเข้าปฏิกรณ์พร้อมเปิดวาล์วให้ก๊าซไหลไปตามท่อ by pass
- เปลี่ยนสารละลาย 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จัดอุปกรณ์ให้พร้อมในการดูดซึมต่อไป จากนั้นเปิดวาล์วก๊าซให้ผ่านปฏิกรณ์ดูดซึม ลงสู่หลอดแก้วชักตัวอย่าง พร้อมจับเวลาต่อไป
- นำสารละลาย 6% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ทำปฏิกิริยากับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่ถูกดูดซึม
- ทำซ้ำจนกว่า ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ออกมามากกว่าครึ่ง จากปริมาณเริ่มต้น จึงหยุดการทดลอง

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนต่างๆ ของสารดูดซิมที่ทำกรขึ้นรูป

ตัวอย่างที่ 1 F:L:G = 10:0:0	ตัวอย่างที่ 11 F:L:G = 10:0:1	ตัวอย่างที่ 21 F:L:G = 10:0:2	ตัวอย่างที่ 31 F:L:G = 10:0:3
ตัวอย่างที่ 2 F:L:G = 9:1:0	ตัวอย่างที่ 12 F:L:G = 9:1:1	ตัวอย่างที่ 22 F:L:G = 9:1:2	ตัวอย่างที่ 32 F:L:G = 9:1:3
ตัวอย่างที่ 3 F:L:G = 8:2:0	ตัวอย่างที่ 13 F:L:G = 8:2:1	ตัวอย่างที่ 23 F:L:G = 8:2:2	ตัวอย่างที่ 33 F:L:G = 8:2:3
ตัวอย่างที่ 4 F:L:G = 7:3:0	ตัวอย่างที่ 14 F:L:G = 7:3:1	ตัวอย่างที่ 24 F:L:G = 7:3:2	ตัวอย่างที่ 34 F:L:G = 7:3:3
ตัวอย่างที่ 5 F:L:G = 6:4:0	ตัวอย่างที่ 15 F:L:G = 6:4:1	ตัวอย่างที่ 25 F:L:G = 6:4:2	ตัวอย่างที่ 35 F:L:G = 6:4:3
ตัวอย่างที่ 6 F:L:G = 5:5:0	ตัวอย่างที่ 16 F:L:G = 5:5:1	ตัวอย่างที่ 26 F:L:G = 5:5:2	ตัวอย่างที่ 36 F:L:G = 5:5:3
ตัวอย่างที่ 7 F:L:G = 4:6:0	ตัวอย่างที่ 17 F:L:G = 4:6:1	ตัวอย่างที่ 27 F:L:G = 4:6:2	ตัวอย่างที่ 37 F:L:G = 4:6:3
ตัวอย่างที่ 8 F:L:G = 3:7:0	ตัวอย่างที่ 18 F:L:G = 3:7:1	ตัวอย่างที่ 28 F:L:G = 3:7:2	ตัวอย่างที่ 38 F:L:G = 3:7:3
ตัวอย่างที่ 9 F:L:G = 2:8:0	ตัวอย่างที่ 19 F:L:G = 2:8:1	ตัวอย่างที่ 29 F:L:G = 2:8:2	ตัวอย่างที่ 39 F:L:G = 2:8:3
ตัวอย่างที่ 10 F:L:G = 1:9:0	ตัวอย่างที่ 20 F:L:G = 1:9:1	ตัวอย่างที่ 30 F:L:G = 1:9:2	ตัวอย่างที่ 10 F:L:G = 1:9:3

F = Fly ash

L = Lime

G = Gypsum

ตัวเลขที่ปรากฏคืออัตราส่วนโดยน้ำหนัก

การกระตุ้นสารดูดซึมด้วยไอน้ำ

- ชั่งสารดูดซึม 100 กรัม บรรจุลงในปฏิกรณ์ เปิดวาล์วด้านบนเพื่อให้ไอน้ำออกได้
- เปิดเครื่องทำความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์จนได้อุณหภูมิตามกำหนด
- เมื่อได้อุณหภูมิตามกำหนด เปิดไอน้ำเข้าจับเวลา
- เมื่อครบเวลาเปิดอากาศให้ไหลผ่านพร้อมเปิดอุณหภูมิของเครื่องปฏิกรณ์ไว้ที่ 200 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งไว้อย่างน้อย 12 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ขั้นการทดลองต่อไป

- นำสารดูดซึมไปหาค่าความต้านทานการกดอัด (strength)
- นำสารดูดซึมไปส่องดูความพรุนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM)

ตัวแปรที่ทำการศึกษา

- ก. อุณหภูมิในการดูดซึม 150, 200, 250, และ 300 องศาเซลเซียส
- ข. อัตราส่วนต่างๆ กันของสารดูดซึม (ถ้ำลอย : ปูนขาว)
- ค. ปริมาณยิปซัมในอัตราส่วน 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก
- ง. การกระตุ้นสารดูดซึมด้วยไอน้ำ (steam curing) ที่อุณหภูมิ 100, 200, 300 และ 400 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที
- จ. เวลาที่รับไอน้ำ 3, 4, 5, 6, 9, และ 12 นาที
- ฉ. ขนาดสารดูดซึม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.95 และ 0.57 เซนติเมตร
- ช. อัตราการไหลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1.5, 3.1, และ 4.1 ลิตรต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องผสมสารดูดซึม



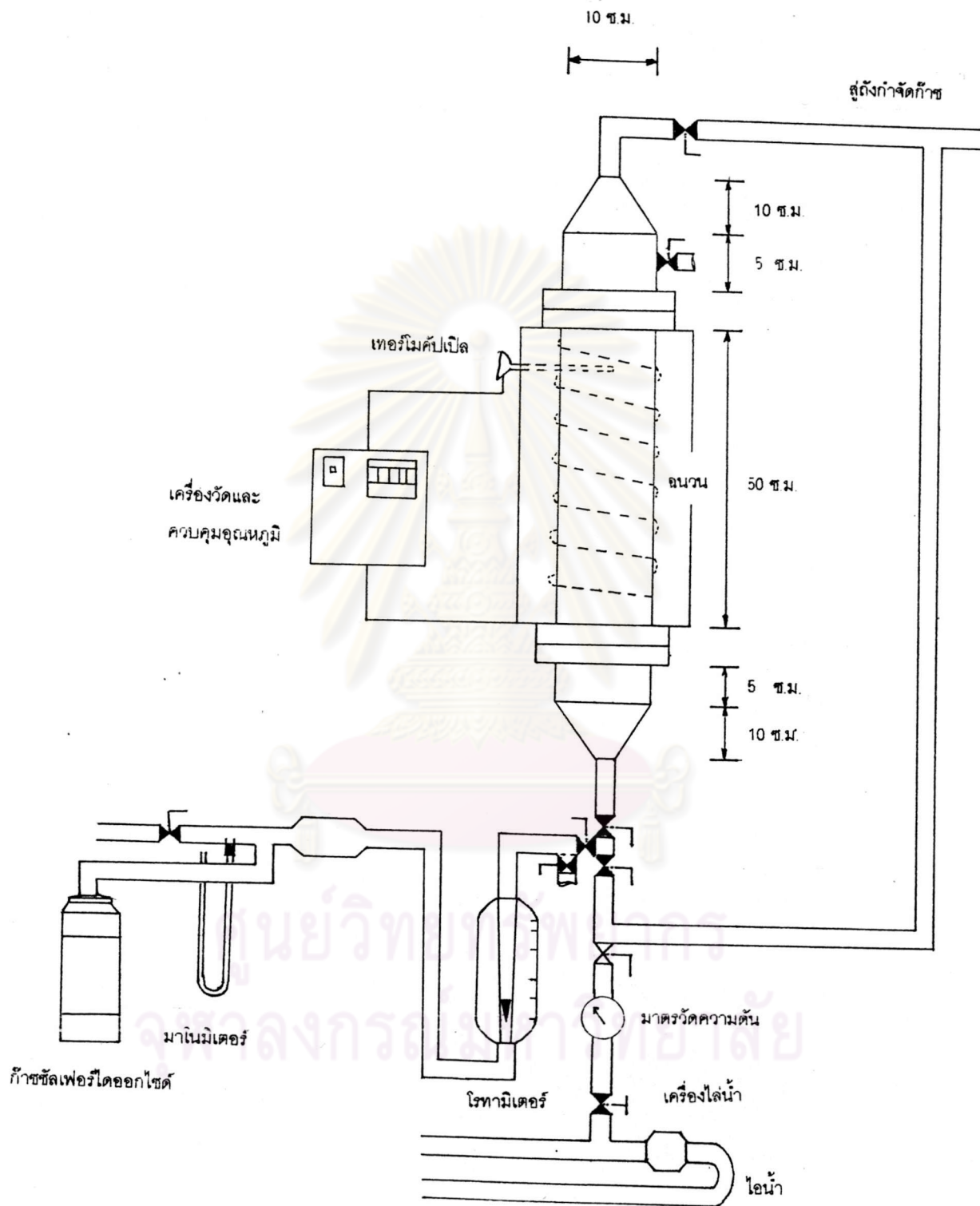
รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์วัดตัวอย่างก๊าซ



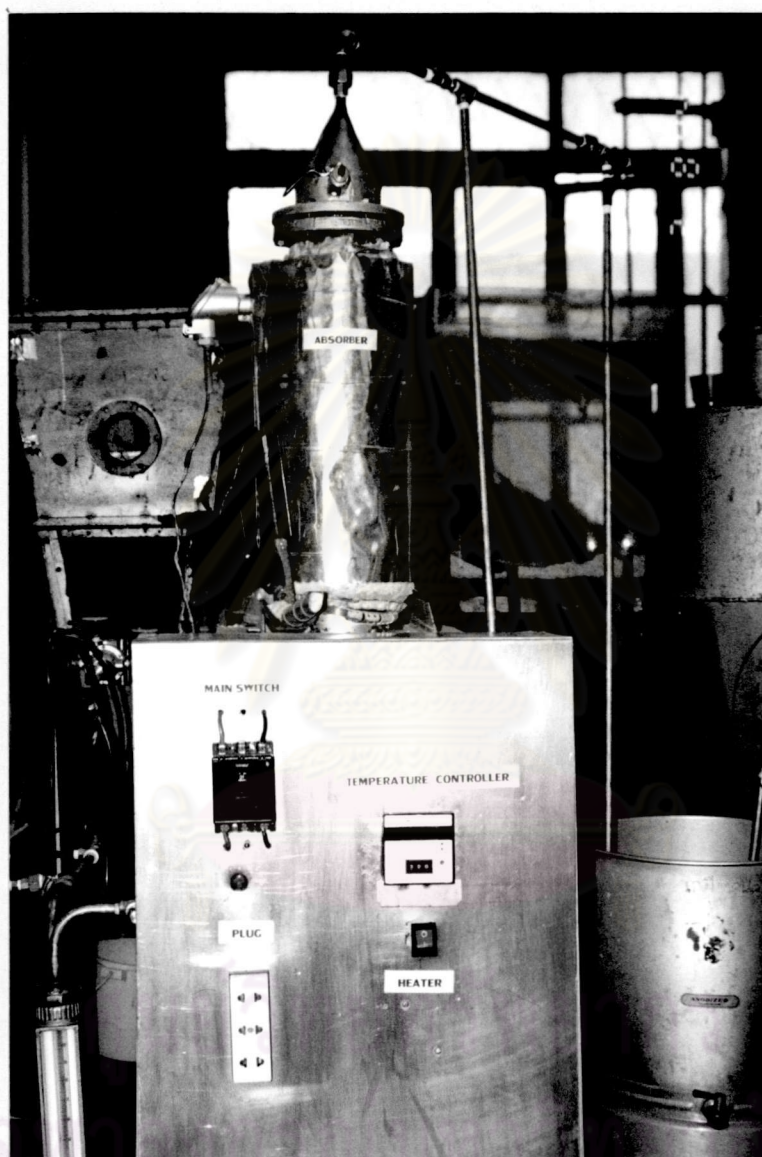
รังผึ้งสำหรับขึ้นรูปสารดูดซึม

3 8 94

รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์ขึ้นรูปสารดูดซึม



รูปที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์ ขนาด และแผนผังการทำงานของเครื่องดูดซึมก๊าซ

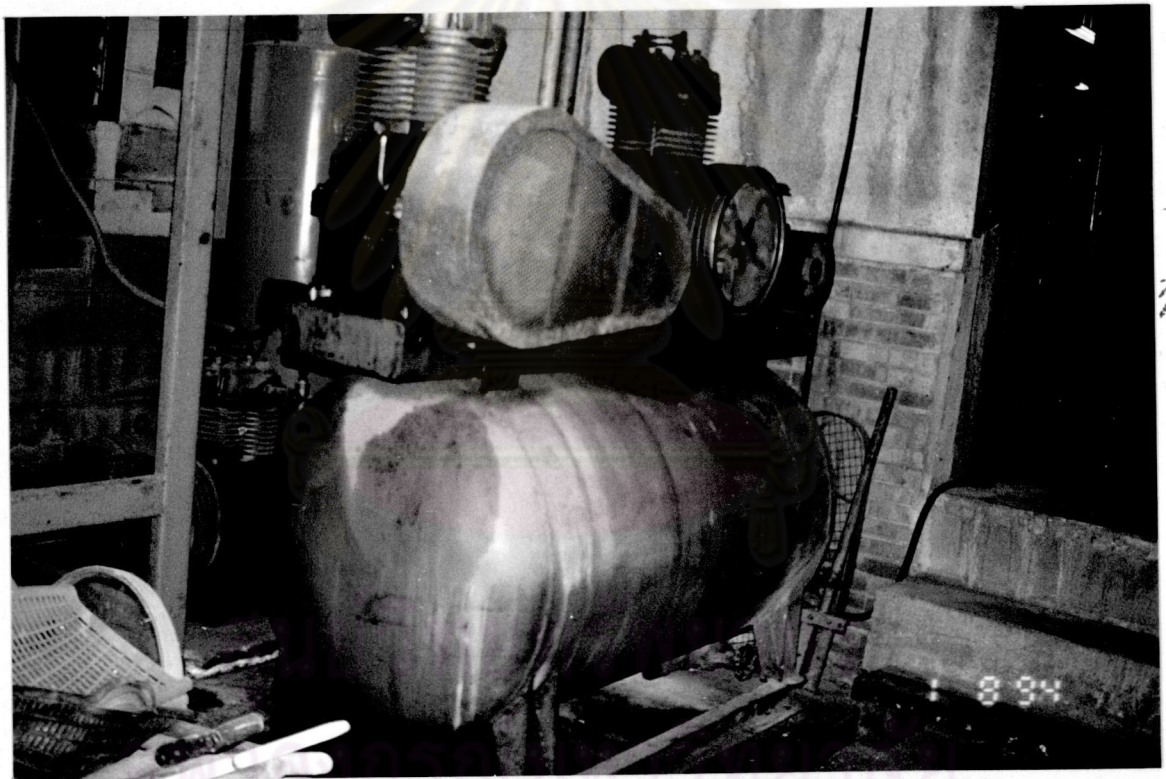


รูปที่ 3.5 แสดงเครื่องดูดซึ่มก๊าซ

I 16564541



รูปที่ 3.6 แสดงระบบไฮดรอลิก



รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องผลิตอากาศอัด