บทที่ 3

การทดลอง

3.1 การผลิตถ่านกัมมันต์

3.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. สารละลาย ซิงก์คลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก
2. ตู้อบ
3. ครูซิเบิล
4. เตาเผาอุณหภูมิสูง
5. ชุดกรองสูญญากาศ
6. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

3.1.2 วิธีการเตรียม

การเตรียมถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยใช้สารละลายซิงก์คลอไรด์มักใช้กับวัตถุดิบที่ไม่ถูกทำให้เป็นถ่าน แต่เนื่องจากกะลามะพร้าวมีลักษณะที่แข็งและเหนียวมาก จึงจำเป็นต้องเผากะลามะพร้าวให้เป็นถ่านก่อน เพื่อให้สะดวกในการบด โดยเผากะลามะพร้าวในเตาเผาอับอากาศที่อุณหภูมิ 350 C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง บดและคัดขนาดให้มีขนาด 8 - 16 เมช โดยมีขั้นตอนในการผลิตถ่านดังนี้

1. การศึกษาผลกระทบของปริมาณซิงก์คลอไรด์
   1.1. แช่ถ่านกะลาในสารละลาย ซิงก์คลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก โดยมีอัตราส่วนซิงก์คลอไรด์ต่อถ่านกะลา 1:1 ,1.5:1, 2:1 และ 2.5:1 เป็นเวลา 3 วัน
   1.2. อบไล่น้ำที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส
   1.3. เผาในเตาเผาอับอากาศ ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นลงในเตาเผา
   1.4. ล้างด้วยสารละลายกรด ไฮโดรคลอริก เข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร
   1.5. ล้างด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งน้ำที่ล้างได้เป็นกลาง โดยการทดสอบด้วยกระดาษลิสมัส

1.6. อบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง

1.7. บดและคัดขนาด เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

2. การศึกษาผลกระทบของวิธีการเพิ่มอุณหภูมิ

2.1. แช่ถ่านกะลาในสารละลายซิงก์คลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก โดยมีอัตราส่วนซิงก์คลอไรด์ต่อถ่านกะลา 1:1 เป็นเวลา 3 วัน

2.2. กระตุ้นด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

วิธีที่ 1 อบไล่น้ำที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสและเผาในเตาเผาอับอากาศ โดยเพิ่มอุณหภูมิ ของเตาเผา 50 องศาเซลเซียส ทุกๆ 15 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิในเตาถึง 500 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงทิ้งให้เย็นลงในเตาเผา

วิธีที่ 2 เผาในเตาเผาอับอากาศโดยไม่อบไล่น้ำ เพิ่มอุณหภูมิ ของเตาเผา 50 องศาเซลเซียส ทุกๆ 15 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิในเตาถึง 500 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงทิ้งให้เย็นลงในเตาเผา

2.3. ล้างด้วยสารละลายกรด ไฮโดรคลอริก เข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร

2.4. ล้างด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งน้ำที่ล้างได้เป็นกลาง โดยการทดสอบด้วยกระดาษลิสมัส

2.5. อบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้ง

2.6. บดและคัดขนาด เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3.2 การวัดสมดุลการดูดซับ

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

วิธีการไหลผ่านทะลุ

1. เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี Shimadzu 8A
2. เครื่องพิมพ์ Chromatopac C-R 3A
3. มาตรวัดอัตราการไหลและควบคุมอัตราการไหล
4. เครื่องวัดอัตราการไหลแบบฟองสบู่

วิธีเชิงปริมาตร

1. ชุดวัดสมดุลการดูดซับวิธีเชิงปริมาตร
2. เครื่องสูบสูญญากาศ
3. กระบอกฉีดแก๊สตัวอย่าง

3.2.2 แก๊สถูกดูดซับ

ออกซิเจนและไนโตรเจนความบริสุทธิ์สูง เป็นซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในอากาศ ผลิตจาก บริษัท ไทยอินดัสเตรียลแก๊ส จำกัด ซึ่งสมบัติทางกายภาพของแก๊สออกซิเจนและไนโตรเจน ดังตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1: สมบัติทางกายภาพของแก๊สอีเลียม ออกซิเจน และไนโตรเจน

สมบัติทางกายภาพ	ฮีเลียม	ออกซิเจน	ไนโตรเจน
มวลโมเลกุล	4	32	28
จุดเดือด ณ ความดันบรรยากาศ(K)	4.1	90.19	77.34
อุณหภูมิวิกฤต(K)	5.26	154.4	126.2
ความดันวิกฤต(atm)	2.26	49.7	33.5

3.2.3 แก๊สพาหะ

แก๊สฮีเลียมความบริสุทธิ์สูง จากบริษัท ไทยอินดัสเตรียลแก๊ส จำกัด ใช้เป็นแก๊สพาหะในเครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟี และเป็นแก๊สเฉื่อยสำหรับปรับความเข้มข้นของแก๊สถูกดูดซับ ซึ่งสมบัติทางกายภาพของแก๊สฮีเลียม ดังตาราง 3.1

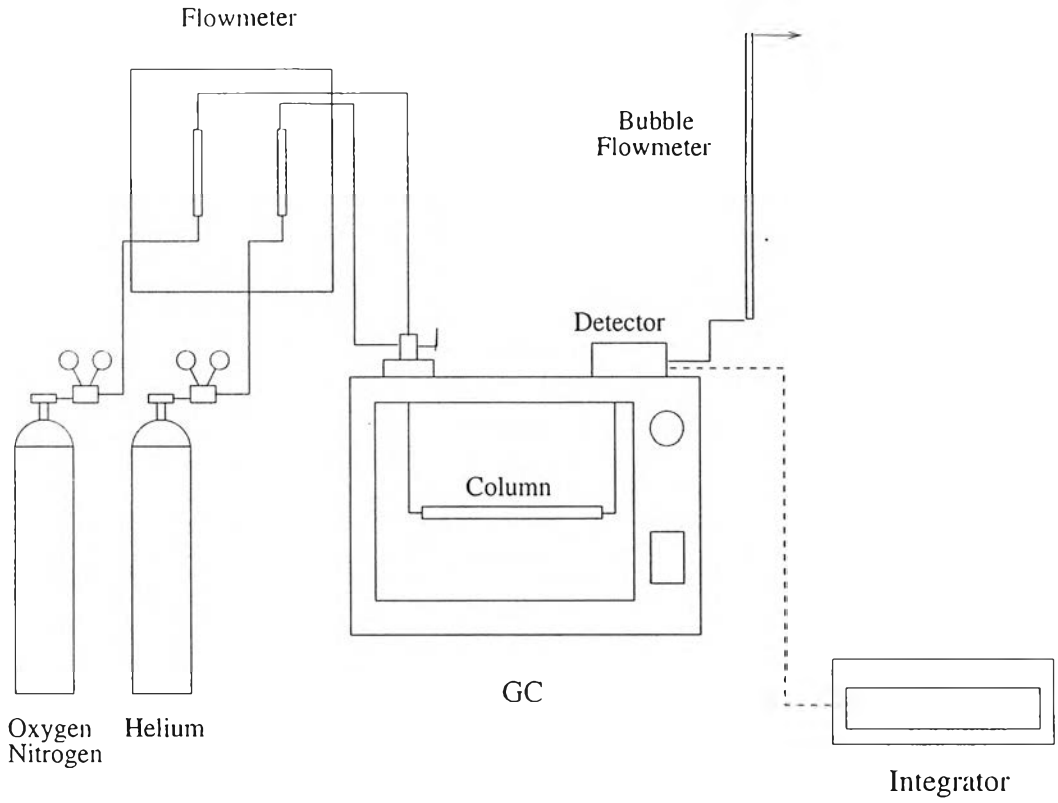
3.2.4 การวัดสมดุลด้วยวิธีการไหลผ่านทะลุ

ถ่านที่ผลิตขึ้นแต่ละชนิดซึ่งคัดขนาด 40-60 เมช บรรจุในท่อเหล็กไร้สนิมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.46 เซนติเมตร และบรรจุยาว 11 เซนติเมตร อุดปลายทั้งสองข้างด้วยไยแก้วเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายออกของตัวดูดซับ และติดตั้งไว้ภายในเครื่องแก๊สโตรมาโตกราฟี Shimadzu 8A เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ปลายด้านหนึ่งของหอดูดซับ ต่อเข้ากับวาล์วสำหรับป้อนแก๊สดูดซับ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นของแก๊สดูดซับที่ไหลผ่านหอดูดซับ และแสดงผลการตรวจการตรวจวัดด้วยเครื่อง Chromatopac C-R 3A อย่างต่อเนื่องดังรูป 3.1

วิธีวัดเส้นโค้งผ่านทะลุ

ข้อมูลสมดุลการดูดซับสามารถวัดได้จาก เส้นโค้งผ่านทะลุของของแก๊สออกซิเจนและไนโตรเจน ความเข้มข้นต่างๆ ที่ป้อนเข้าสู่หอดูดซับ ซึ่งก่อนการทดลองแต่ละครั้ง หอดูดซับจะถูกปรับคืนสภาพโดยให้แก๊สฮีเลียมไหลผ่าน ณ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่งโมง เพื่อไล่น้ำและแก๊สที่ดูดซับไว้ให้หมดไป แล้วจึงปรับให้หอดูดซับมีอุณหภูมิ ที่ต้องการศึกษา คือ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งในการทดลองแต่ละครั้ง หอดูดซับจะถูกปรับคืนสภาพโดยให้แก๊สฮีเลียมไหลผ่านที่สภาวะเดียวกันเป็นระยะเวลาที่นานพอ เพื่อให้สัญญาณจากเครื่องวัดความเข้มข้นที่ส่งไปยังเครื่องแสดงผลมีลักษณะคงที่ และพร้อมสำหรับการทดลองต่อไป

สำหรับการวัดสมดุลการดูดซับจากเส้นโค้งผ่านทะลุ ศึกษาอยู่ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 15 - 80 โดยปริมาตร โดยให้แก๊สผสมที่ไหลผ่านหอดูดซับมีความเร็วประมาณ 0.05 เมตรต่อวินาที ซึ่งการปรับความเข้มข้นของแก๊สถูกดูดซับ สามารถทำได้โดยการปรับสัดส่วนของอัตราการไหลของแก๊สถูกดูดซับ และแก๊สฮีเลียมจากเครื่องมือควบคุมการไหล ซึ่งมีการวัดอัตราการไหลของแก๊สแต่ละชนิดด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบฟองสบู่ สำหรับความดันของหอดูดซับสามารถอ่านได้



รูปที่ 3.1: แผนผังการติดตั้งเครื่องมือในการศึกษาการดูดซับ โดยวิธีการไหลผ่านทะลุหอดูดซับแบบต่อเนื่อง

จากมาตรวัดความดัน ก่อนเริ่มการวัดเส้นโค้งผ่านทะลุ จะต้องปล่อยให้สัญญาณจากเครื่องตรวจวัดความเข้มข้น ที่ส่งมาเครื่องแสดงผลมีลักษณะคงที่ โดยสังเกตจากระดับเส้นที่ไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อเริ่มป้อนแก๊สถูกดูดซับอย่างต่อเนื่อง แก๊สถูกดูดซับจะไหลจากถังเก็บผ่านวาล์วป้อนแก๊สเข้าผสมกับแก๊สฮีเลียม ซึ่งไหลผ่านในหอดูดซับด้วยอัตราเร็วคงที่อย่างต่อเนื่อง แล้วแก๊สผสมจึงไหลเข้าหอดูดซับ สัญญานจากเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นของแก๊สถูกดูดซับที่ทางออกขอหอดูดซับ จะถูกแสดงเป็นเส้นโค้งผ่านทะลุโดยเครื่องแสดงผล เมื่อการดูดซับเข้าสู่สภาวะคงที่ โดยระดับของเส้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงปิดวาล์วป้อนแก๊ส และปล่อยให้ฮีเลียมพาแก๊สถูกดูดซับที่เหลือออกจากหอดูดซับจนหมด

3.2.5 การวัดสมดุลด้วยวิธีเชิงปริมาตร

ถ่านแต่ละชนิดซึงคัดขนาดให้มีขนาด 40 - 60 เมช บรรจุไว้ภายในอุปกรณ์สำหรับวัดการดูดซับซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลม อยู่บริเวณส่วนล่างของอุปกรณ์สำหรับวัดการดูดซับ ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิของตัวดูดซับด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และบริเวณด้านบนติดตั้งมาตรวัดความดันแบบตัวเลขสำหรับวัดความดันภายในอุปกรณ์วัดสมดุลการดูดซับ และติดตั้งท่อซึ่งต่อกับเครื่องสูบสูญญากาศสำหรับสูบแก๊สภายในออก เพื่อให้สภาวะภายในอุปกรณ์มีความดันลดลง ติดตั้งวาล์วเพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ระบบ พร้อมด้วยติดตั้งช่องสำหรับป้อนแก๊สถูกดูดซับเข้าสู่อุปกรณ์ ดังรูป 3.2

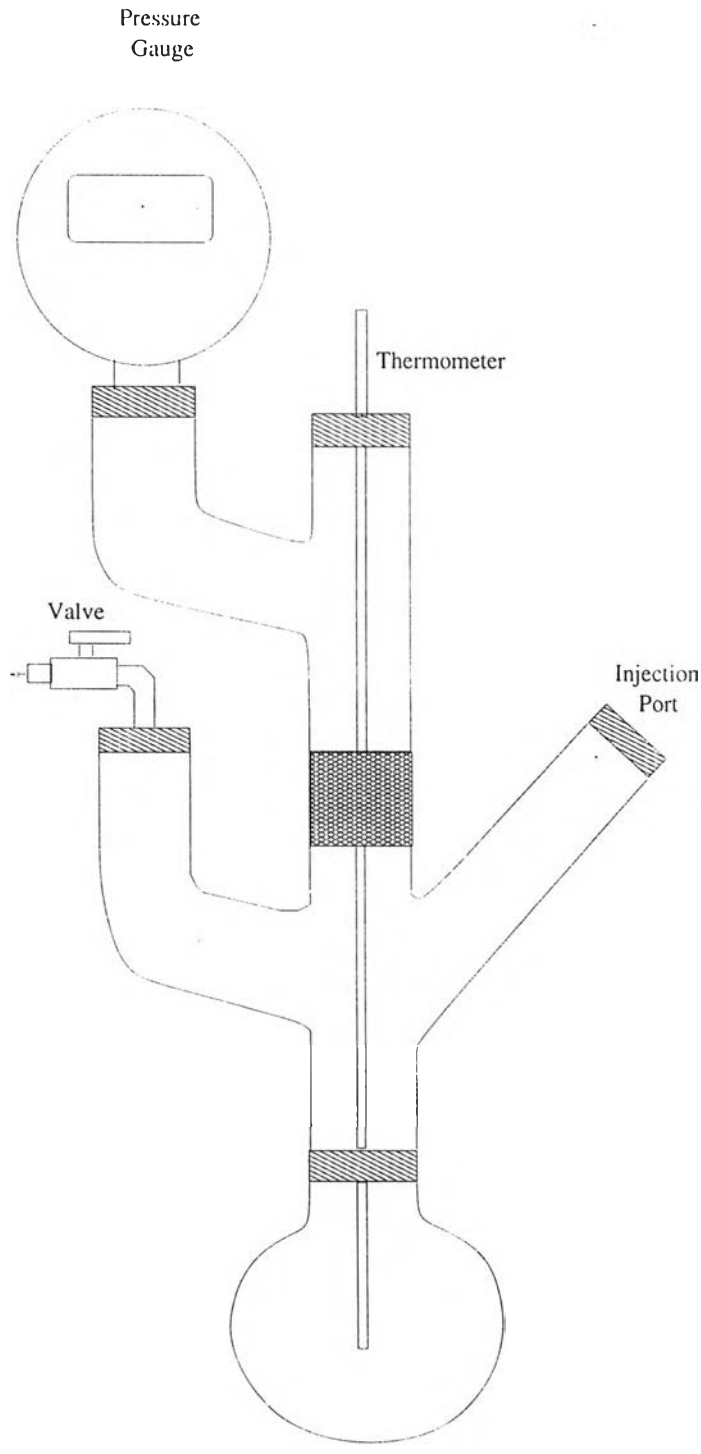
การทดลองหาปริมาตรของชุดทดลอง

ในการวัดสมดุลการดูดซับโดยวิธีเชิงปริมาตรมีความจำเป็นต้องทราบถึงปริมาตรของชุดทดลอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณหาปริมาณการดูดซับ

1. ดูดอากาศภายในชุดทดลองออกด้วยเครื่องสูบสูญญากาศ
2. ฉีดแก๊สฮีเลียมเข้าสู่ชุดทดลอง ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
3. บันทึกค่าความดันและอุณหภูมิ
4. ทำการทดลองขั้นตอนที่ 2 และ 3 ไปจนกระทั่งความดันในชุดทดลองเท่ากับความดันบรรยากาศ
5. คำนวณหาปริมาตรของชุดทดลองจากผลการทดลอง

การทดลองหาปริมาณการดูดซับ

1. บรรจุตัวดูดซับในชุดทดลอง
2. ดูดอากาศภายในชุดทดลองออกด้วยเครื่องสูบสูญญากาศ
3. ฉีดตัวถูกดูดซับปริมาณ 10 มิลลิลิตร เข้าสู่ชุดทดลอง รอจนกระทั่งความดันภายในชุดทดลองคงที่
4. บันทึกค่า ความดันและอุณหภูมิ
5. ทำการทดลองขั้นตอนที่ 3 และ 4 ไปจนกระทั่งความดันในชุดทดลองเท่ากับความดันบรรยากาศ
6. คำนวณหาปริมาณการดูดซับจากผลการทดลอง



รูปที่ 3.2: แผนผังการติดตั้งเครื่องมือในการศึกษาการดูดซับ โดยวิธีเชิงปริมาตร