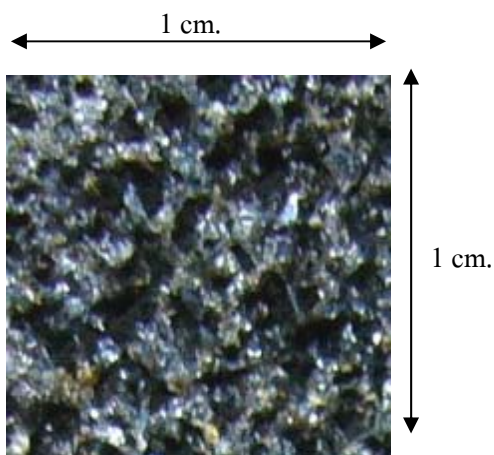


อุปกรณ์และวิธีการ

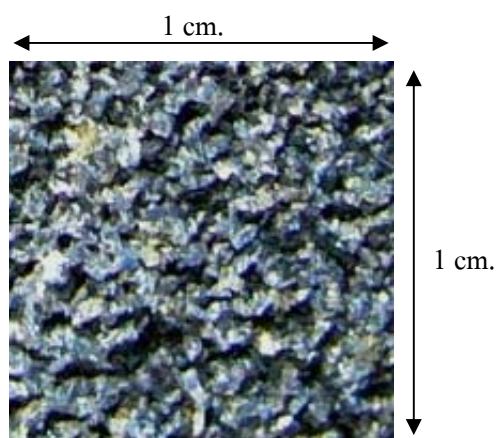
อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเตรียมเชื้อเพลิงผสม

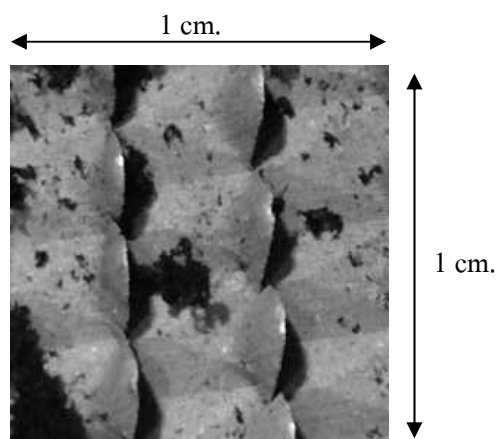
- 1.1 เลื่อยตัดเหล็ก
- 1.2 เครื่องเจียรความเร็วรอบ 2,900 รอบต่อนาที (rpm)
- 1.3 เครื่องเจียรความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที (rpm)
- 1.4 หินเจียรชนิดหยาบ ดังแสดงในภาพที่ 14
- 1.5 หินเจียรชนิดละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 15
- 1.6 ตะไบชนิดหยาบ ดังแสดงในภาพที่ 16
- 1.7 ส่วนแก้มยางของยางรถยนต์ ยี่ห้อ Bridge Stone รุ่น Premio 60 (tubeless steel-belted radial)



ภาพที่ 14 ภาพขยายผิวสัมผัสหินเจียรหยาบ



ภาพที่ 15 ภาพขยายผิวสัมผัสหินเจียรละเอียด



ภาพที่ 16 ภาพขยายผิวสัมผัสตะไบ

2. อุปกรณ์เตรียมเชื้อเพลิงไร้ควัน

- 2.1 เตาแก๊ส
- 2.2 แผ่นเหล็ก
- 2.3 infuriate temperature scan

3. อุปกรณ์เปรียบเทียบอัตราการปล่อยพลังงานความร้อนและหาค่า heating value

- 3.1 บอมบ์แคลอรีมิเตอร์
- 3.2 หม้อแปลงไฟฟ้า 220 – 110 volts 2 ตัว
- 3.3 PARR ignition unit
- 3.4 นาฬิกาจับเวลา
- 3.5 เทอร์โมมิเตอร์พร้อมแขนขยายสำหรับอ่าน
- 3.6 fuse wire
- 3.7 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์

4. อุปกรณ์วิเคราะห์การหลอมติดตะกรับของผงยางเมื่อเผาผ่านเปลวไฟ

- 4.1 เตาแก๊ส
- 4.2 ตะแกรงโลหะ

วิธีการ

เพื่อให้ทราบถึงค่าความร้อนจำเพาะ อัตราการปล่อยพลังงานความร้อนของผงยางเมื่อเทียบกับถ่านหิน และความเป็นไปได้ในการนำผงยางไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในทางอุตสาหกรรม สามารถวิเคราะห์ได้จากขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การเตรียมเชื้อเพลิงผสม

- 1.1 การย่อยยางโดยใช้หินเจียรชนิดละเอียด และหยาบ ที่ความเร็วรอบ 2,900 rpm
 - 1.1.1 ใช้เลื่อยตัดเหล็กตัดส่วนของแก้มยางออกจากยางรถยนต์
 - 1.1.2 ใช้หินเจียรชนิดหยาบและละเอียด กับเครื่องเจียรที่ความเร็ว 2,900 rpm ย่อยยาง (ภาพที่ 17)
 - 1.1.3 บั่นทีกผล และเก็บผงยางที่ได้
 - 1.1.4 ทำการหาค่าความหนาแน่นของผงยาง
- 1.2 ทำการย่อยยางตามขั้นตอนที่ 1.1.1 ถึง 1.1.4 โดยในขั้นตอนที่ 1.1.2 ให้ใช้เครื่องเจียรที่มีความเร็วรอบ 12,000 rpm
- 1.3 ทำการย่อยยางโดยใช้ตะไบในการย่อยผงยางที่ได้จากส่วนแก้มยาง แล้วทำตามขั้นตอน 1.1.3 ถึง 1.1.4
- 1.4 นำผงยางที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.1 – 1.3 แยกเก็บเป็น 2 ส่วนโดยส่วนแรกทำการเก็บในถุงพลาสติกปิดสนิทที่ใส่สารดูดความชื้นไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง
- 1.5 นำผงยางส่วนที่เหลือเก็บไว้ในกล่องปิดสนิท
- 1.6 ถ่ายรูปและหาค่าความหนาแน่นของผงยางที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.4



ภาพที่ 17 การเจียรผงยางรถยนต์

2. การวิเคราะห์ผลของความชื้นหาอัตราการปล่อยพลังงานความร้อน และค่าความร้อนจำเพาะ (heating value) ของผงยางโดยเผาผงยางแต่ละชนิดที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.4 ในบอมบ์แคลอริมิเตอร์

- 2.1 ใช้ผ้าเช็ดภายใน บอมบ์แคลอริมิเตอร์ให้สะอาด
- 2.1 ตรวจสอบสวิทช์ควบคุมให้อยู่ในตำแหน่ง OFF
- 2.3 นำเชื้อเพลิงจากขั้นตอนที่ 1.4 –1.5 ปริมาณ 1 กรัม(g) ใส่ลงในถ้วย
- 2.4 นำถ้วยที่ใส่เชื้อเพลิงไปติดในบอมบ์แคลอริมิเตอร์แล้วนำลวด (fuse wire) ยาว 10 cm ไปผูกไว้ที่ปลายขาทั้ง 2 ข้าง
- 2.5 นำกระป๋องบอมบ์แคลอริมิเตอร์เปล่าไปชั่งน้ำหนักจดบันทึกค่าไว้แล้วใส่น้ำลงไป 1,750 cc โดยน้ำต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 3 °C แล้วชั่งหาน้ำหนักสุทธิของน้ำ จดบันทึกค่าไว้แล้วใส่ใน calorimeter jacket
- 2.6 เติมน้ำในบอมบ์แคลอริมิเตอร์ประมาณ 1 หยดปิดฝาให้แน่นระวังอย่าให้บอมบ์เอียง
- 2.7 อัดออกซิเจนลงในบอมบ์ประมาณ 25 บรรยากาศ
- 2.8 ใส่บอมบ์ลงในถังแคลอริมิเตอร์ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์และแว่นขยายสำหรับอ่านอุณหภูมิ ปรับเครื่องจนน้ำให้ถูกต้อง
- 2.9 ปิดสวิทช์มอเตอร์สำหรับกวนน้ำ ให้อ่านอุณหภูมิทุก 1 นาทีในช่วง 5 นาทีแรก หลังจากนั้นให้อ่านค่าทุก 10 วินาทีจนกว่าอุณหภูมิจะเริ่มหยุดนิ่ง
- 2.10 เปิดบอมบ์ออกวัดความยาวของลวดที่เหลือแล้วบันทึกผล
- 2.11 ทำการเผาซ้ำให้ครบตัวอย่างละ 3 ครั้ง

2.12 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความร้อนจำเพาะ (heating value) ของผงยางและเชื้อเพลิงผสมแต่ละชนิดเทียบกับถ่านหิน โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$Q = (M_w \times C_{UN} \times \Delta T) - \text{Heat of combustion of fuse wire}$$

โดย

$$Q = \text{ปริมาณความร้อน (heating value) ต่อ 1 กรัมเชื้อเพลิง}$$

$$M_w = \text{น้ำหนักของน้ำบวกกับ equivalent ของ calorimeter, g}$$

$$\Delta T = \text{อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง, } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Heat of Combustion ของ fuse wire} = \text{calorific value ของ fuse wire} \times \text{ความยาวของ fuse wire}$$

2.13 วิเคราะห์เทียบอัตราการปล่อยพลังงานความร้อนของผงยาง โดยสังเกตได้จากอุณหภูมิของน้ำในบอมบ์แคลอริมิเตอร์ที่เพิ่มขึ้น โดยเลือกวิเคราะห์เฉพาะในช่วงที่อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ (steady stage)

3. วิเคราะห์ผลด้านพลังงานของการนำผงยางมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผสม

3.1 นำผงยางที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.4 มาผสมกับถ่านหินบดละเอียดในอัตราส่วนโดยมวล (ถ่านหิน : ผงยาง) ดังต่อไปนี้ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5 และ 0:10

3.2 นำเชื้อเพลิงผสมที่ได้มาเผาในบอมบ์แคลอริมิเตอร์ตามขั้นตอนที่ 2.1-2.11

3.3 วิเคราะห์หาค่าความร้อนจำเพาะ (heating value) ของเชื้อเพลิงตามขั้นตอนที่ 2.12

3.4 วิเคราะห์เทียบอัตราการปล่อยพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงตามขั้นตอนที่ 2.13

4. การลดการเกิดกลิ่นและควันของผงยางในระหว่างการเผาไหม้

4.1 นำผงยางที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.5 ไปให้ความร้อนผ่านแผ่นเหล็กโดยควบคุมอุณหภูมิของแผ่นเหล็กให้อยู่ที่ 500 $^{\circ}\text{C}$

4.2 ให้ความร้อนจนผงยางไม่มีกลิ่นและควัน

4.3 ถ่ายรูปและหาค่าความหนาแน่นของผงยาง

4.4 นำผงยาง(ลดควัน/กลิ่น) ไปเก็บในถุงพลาสติกปิดสนิทที่ใส่สารดูดความชื้น

5. วิเคราะห์ค่าความร้อนจำเพาะ (heating value) และอัตราการปล่อยพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงผงยาง(ลดควัน/กลิ่น)

5.1 นำผงยาง(ลดควัน/กลิ่น) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาเผาในบอมบ์แคลอริมิเตอร์ตามขั้นตอนที่ 2.1-2.11

5.2 วิเคราะห์หาและค่าความร้อนจำเพาะ (heating value) ของเชื้อเพลิงตามขั้นตอนที่ 2.12

5.3 วิเคราะห์เทียบอัตราการปล่อยพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงตามขั้นตอนที่ 2.13

6. วิเคราะห์การใช้ผงยางในเตาเผาแบบตะกรับ

6.1 นำผงยางที่ได้แต่ละชนิดจากขั้นตอนที่ 1.4 จำนวน 5 g เผาผ่านตะแกรงโลหะจนเชื้อเพลิงไหม้ทั้งหมด

6.2 สังเกตลักษณะของผงยางในขณะเผาไหม้ว่ามีการเข้มนิดตะแกรงหรือไม่แล้วบันทึกผล

6.3 บันทึกสีควันโดยเฉลี่ยของผงยางในข้อ 6.1 ขณะเผาไหม้ ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางสังเกตสีควัน

1	2	3	4	5

หมายเหตุ ระดับความเข้มของสีควันหมายเลข 1 2 3 4 และ 5 กำหนดโดยใช้สีด้าเลื่อระดับความโปร่งใสอยู่ที่ 80% 60% 40% 20% และ 0% ตามลำดับ

6.4 บันทึกกลิ่นที่เกิดขึ้นขณะเผาไหม้โดยมีหลักเกณฑ์การบันทึกดังนี้

6.4.1 ทำการทดลองในห้องขนาด 4 x 3 x 3.5 m มีพัดลมดูดอากาศขนาด 40 watts เปิดอยู่ภายในห้องจำนวน 1 ชุด

6.4.2 พักระหว่างการทดลองเผาแต่ละครั้งอย่างน้อย 30 นาที

6.4.3 บันทึกกลิ่นจากการเผาไหม้ตามตารางบันทึกกลิ่นตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางบันทึกกลิ่นจากการเผาไหม้

ลำดับ	ลักษณะของกลิ่น
1	ไม่มีกลิ่นยางไหม้
2	มีกลิ่นน้อยยางไหม้เล็กน้อย
3	มีกลิ่นยางไหม้รับกลิ่นแต่สามารถทำงานอยู่ในห้องทดลองได้
4	เหม็นกลิ่นยางไหม้ แต่สามารถทนอยู่ในห้องทดลองได้ประมาณ 10 นาที
5	เหม็นกลิ่นยางไหม้ มีนัยยะ ไม่สามารถอยู่ในห้องทดลองได้

6.5 บันทึกลักษณะของสารที่เหลือนบนตะแกรงหลังเผาไหม้ว่ามีลักษณะเป็นยางหลอมติดกับตะแกรงหรือไม่

6.6 ใช้ผงยาง (ลดควัน/กลิ่น) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาทำการทดลองตามขั้นที่ 6.1-6.4

7. การกำจัดกลิ่นและควัน จากการเผาไหม้ผงยางด้วยวิธีการเผา

7.1 นำผงยางที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.4 จำนวน 2 g เผาบนแผ่นเหล็กของเตาแก๊ส

7.2 บันทึกสีควันโดยเฉลี่ยของผงยางตามขั้นตอนที่ 6.2

7.3 บันทึกกลิ่นของผงยางขณะเผาไหม้ตามขั้นตอนที่ 6.3

7.4 นำผงยางที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.4 จำนวน 2 g เผาบนแผ่นเหล็กของเตาแก๊ส โดยเปิดไฟเตาแก๊สเพื่อกำจัดเพื่อเผากำจัดกลิ่นและควัน

7.5 บันทึกสีควันโดยเฉลี่ยของผงยางตามขั้นตอนที่ 6.2

7.6 บันทึกกลิ่นของผงยางขณะเผาไหม้ตามขั้นตอนที่ 6.3

7.7 ใช้เชื้อเพลิงผงยาง(ลดควัน/กลิ่น) ทดลองตามขั้นตอนที่ 7.1-7.6