

การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากชีวมวลโดยเทคนิคเอ็กสตรูชัน Solid Fuel producing from biomass by Extrusion Technique

เชษฐพจน์ ดันติพูนวินัย, ทวี แก้วกิตติปทุม, ณัฐพล เนตรทิพย์¹ และ ธานิดย์ เมธิยานนท์²⁾

1), 2) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร*

51 ถ. เชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ ๑๐๕๓๐ Email: Thanid_m@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากชีวมวลโดยเทคนิคเอ็กสตรูชัน ซึ่งจะใช้ผงถ่านกะลาผสมกับผงถ่านใบกะลาเป็นวัตถุดิบและใช้โมลาสเป็นตัวประสาน โดยจะทำการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงเป็นแบบเครื่องอัดสกรูเดี่ยว การทดลองจะศึกษาถึงอิทธิพลของสัดส่วนการผสมโมลาสต่อน้ำหนักวัตถุดิบที่ 10:100, 15:100 และ 20:100 นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลของขนาดมุมแม่พิมพ์ที่เพิ่มขึ้นจากมุม 1.0 -1.3 องศา พบว่าอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบเนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบคือ สมบัติความเสียดทานของชีวมวล สำหรับผลการทดลองพบว่า อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 0.75 – 0.9 kg/min ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 1060 – 1360 kg/m³ ความแข็งแรงในการรับแรงอัดมีค่าระหว่าง 2.5 – 2.8 MPa พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอัดมีค่าระหว่าง 0.14 – 0.28 MJ/kg และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่า 19.04 – 20.33 MJ/kg

1. บทนำ

ปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานความร้อน จากเชื้อเพลิงฟอสซิลภายในประเทศ มีการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งส่งผลให้เกิดสภาวะขาดแคลนพลังงาน ทำให้มีความจำเป็น ที่จะต้องหาพลังงานทดแทนเพื่อรองรับความต้องการดังกล่าว จากการที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งพบว่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมีศักยภาพในการนำมาแปรรูป เป็นพลังงานได้จำนวนมาก“ซึ่งคิดเป็นพลังงานเท่ากับ 156,402*10⁶ MJ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน2543)” โดยเฉพาะวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตรที่เป็นผลมะพร้าว

การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากชีวมวลซึ่งใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เป็นการช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานที่จะใช้ และเป็นการลดปริมาณขยะจากการเกษตร ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากวัสดุทางการเกษตรจะให้สมบัติทางกายภาพที่ดี เช่นการนำกะลาปาล์มผสมกับใบกะลาปาล์มมาทำการอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงของ Husain และคณะ (2002) พบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่า 16.4 MJ/kg และสามารถ

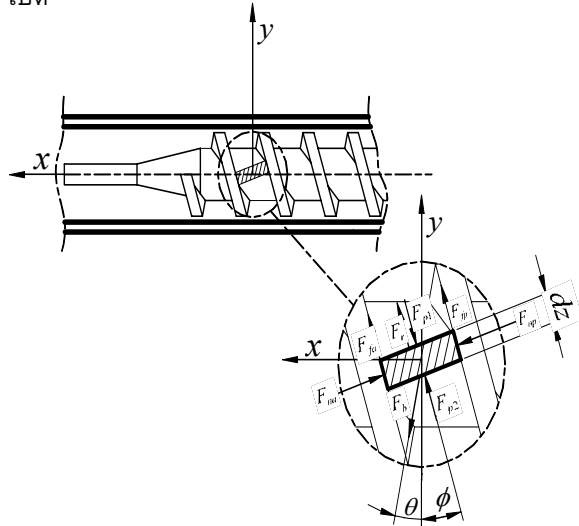
ต้านทานความเค้นอัดได้ 2.56*10⁻³ MPa นอกจากนี้ยังมีการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากเศษถ่านหิน โดยใช้โมลาสเป็นตัวประสานของ M.C. Mayoral และคณะ (2001) ซึ่งจะพบว่าการใช้โมลาสเป็นตัวประสานนั้นจะทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้นั้นมีความเหนียว

การผลิตแท่งเชื้อเพลิง จากงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นกระบวนการผลิตที่ใช้การกดอัดด้วยไฮดรอลิกส์ ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนและไม่ต่อเนื่อง หากเปรียบเทียบกับการผลิตด้วยเครื่องอัดรีดที่เป็นสกรู ในการออกแบบสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงจะใช้แบบจำลองของ Darnell และ Mol ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย รวมถึงงานด้านกระบวนการอัดโพลิเมอร์โดยที่Chirs Rauwendaal (1990) ได้นำสมการของ Mol และ Darnell ไปทำการพัฒนาจนได้รับการยอมรับในปัจจุบัน ในการออกแบบสกรูสำหรับอัดแท่งเชื้อเพลิง จะนำเอาสมการที่ได้จากการพัฒนาดังกล่าวมาทำการคำนวณขนาดสกรูสำหรับอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้ผงถ่านกะลาเป็นวัตถุดิบหลัก

2. การออกแบบสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิง

2.1 การอัดรีด (Extrusion)

การหาอัตราการไหลของอนุภาคคำนวณได้จาก การสมดุลแรงต่างๆที่กระทำบนเบตอนุภาค ดังแสดง ในรูปที่ 1 แรงทั้งหมดที่กระทำต่อเบตเกิดจากแรงเสียดทาน และแรงเนื่องจากความต่างของความดันภายในเบต



รูปที่ 1 แรงที่กระทำบนเบต

พิจารณาการสมดุลแรงที่กระทำระหว่างเบต, อนุภาคกับสกรูดังต่อไปนี้

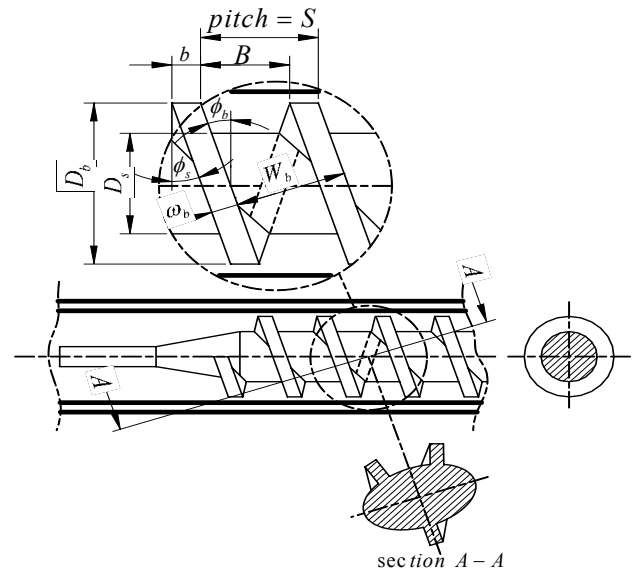
สมดุลแรง; $\sum F_x = 0$

$$F_{bx} - (F_{p2} - F_{p1})_x - (F_{na} - F_{np})_x + F_{fa} + F_{fpx} + F_{rx} = 0 \quad (1)$$

สมดุลทอร์ค $\sum M_x = 0$;

$$F_{bx} \frac{D_b}{2} - (F_{p2} - F_{p1})_y \frac{D_m}{2} - (F_{na} - F_{np})_y \frac{D_m}{2} - F_{fay} \frac{D_m}{2} - F_{fpy} \frac{D_m}{2} - F_{ry} \frac{D_s}{2} = 0 \quad (2)$$

จากการสมดุลแรง และโมเมนต์ ตามสมการ (1),(2) ทำให้สามารถหาแรงลัพท์ ซึ่งเป็นแรงเสียดทานที่เบตอนุภาคกระทำกับผิว Barrel (F_b) และเป็นแรงขับเคลื่อน (driving force) ให้อนุภาคเคลื่อนตัวไปข้างหน้าได้ซึ่งสามารถ หาผลเฉลยของสมการข้างบน โดยคำนวณตามรูปทรงเรขาคณิตของสกรูได้ตามสมการ (3)



รูปที่ 2 รูปตัดขวางของสกรูตามแนว A-A

กำหนดให้สกรูอยู่กับที่ และ barrel หมุนรอบ แกนสกรู แรงและสัญลักษณ์ต่างๆ ตามรูปที่ 1, 2 และ 3 มีความหมายดังนี้

F_r = แรงเสียดทานระหว่างเบตอนุภาคกับฐานสกรู

F_{na} = แรงตึงฉากระหว่างเบตอนุภาคกับด้านข้างของเกลียวที่รับอนุภาคเข้ามา (active flight flank)

F_{np} = แรงตึงฉากระหว่างเบตอนุภาคกับด้านข้างของเกลียวที่ส่งอนุภาคออกไป (passive flight flank)

F_{fa} = แรงเสียดทานระหว่างเบตอนุภาคกับด้านข้างของเกลียวที่รับอนุภาคเข้ามา

F_{fp} = แรงเสียดทานระหว่างเบตอนุภาคกับด้านข้างของเกลียวที่ส่งอนุภาคออกไป

F_{p1} = แรงเนื่องจากความดันที่ระยะใด ๆ

F_{p2} = แรงเนื่องจากความดันที่ระยะ $Z + dZ$

$\bar{V}_b$ = ความเร็วของ barrel

$\bar{V}_{sz}$ = ความเร็วของเบตอนุภาคในทิศทาง Z (ตามแนวร่องสกรู)

$\Delta \bar{V}$ = ผลต่างระหว่าง $\bar{V}_b$ และ $\bar{V}_{sz}$

ϕ_s = มุมเกลียว

ϕ_m = มุมเกลียวเฉลี่ย

θ = มุมขนถ่ายเบตอนุภาค

D_b = เส้นผ่านศูนย์กลางกลาง barrel

D_s = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางสกรู

D_m = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของร่องสกรู

P_0 = ความดันที่ตำแหน่งเริ่มต้น $Z = 0$

P_1 = ความดันที่ตำแหน่งเกลียวที่อยู่ถัดไป

มุมขนถ่ายอนุภาคที่เหมาะสมแสดงไว้ตามสมการต่อไปนี

$$\theta = \arcsin \left[\frac{(1 + K^2 - M^2)^{1/2} - KM}{1 + K^2} \right] \quad (3)$$

โดยที่

$$K = \frac{D_m (\sin \phi_m + f_s \cos \phi_m)}{D_b (\cos \phi_m - f_s \sin \phi_m)} \quad (4)$$

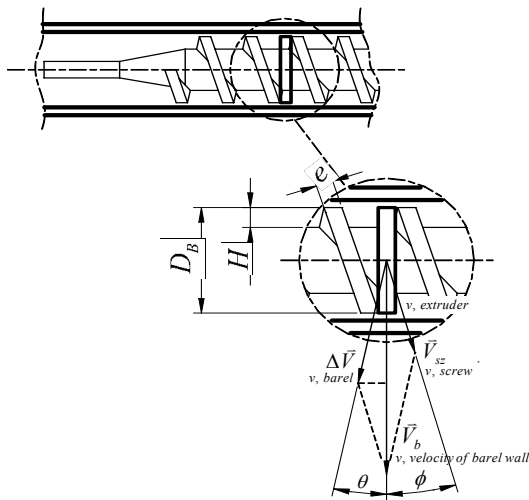
และ

$$M = M_1 + M_2 + M_3 \quad (5)$$

$$M_1 = \frac{2Hf_s}{W_b f_b} \sin \phi_b \left(K + \frac{D_m}{D_b} \cotan \phi_m \right) \quad (6)$$

$$M_2 = \frac{W_s f_s}{W_b f_b} \sin \phi_b \left(K + \frac{D_s}{D_b} \cotan \phi_s \right) \quad (7)$$

$$M_3 = \frac{W_m H}{W_b z_b f_b} \sin \phi_m \left(K + \frac{D_m}{D_b} \cotan \phi_m \right) \ln \frac{P_1}{P_0} \quad (8)$$



รูปที่ 3 ไดอะแกรมความเร็วของสกรู

จากไดอะแกรมของความเร็วตามที่ได้แสดงในรูปที่ 3 สามารถเขียนความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วได้ว่า

$$\Delta \vec{V} = \vec{V}_b - \vec{V}_{sz} \quad (9)$$

เนื่องจากอนุภาคจะเคลื่อนที่ได้โดยการจุดของ Barrel ดังนั้นแรง F_b จะอยู่ในทิศทางของ $\Delta \vec{V}$ และก่อให้เกิด มุมขนถ่ายเบตอนุภาค (θ) ถ้าทราบค่ามุม θ ขนาดความเร็วของเบตอนุภาค V_{sz} สามารถหาได้ดังนี้

$$V_{sz} = V_b \frac{\sin \theta}{\sin(\theta + \phi)} \quad (10)$$

จากกฎของ Cosine หาขนาดของ $\Delta \vec{V}$ จากรูปที่ 3 ได้ดังนี้

$$\Delta V = \sqrt{V_b^2 + V_{sz}^2 - 2V_b V_{sz} \cos \phi} \quad (11)$$

เมื่อทราบค่าความเร็วของเบตอนุภาค V_{sz} สามารถหา อัตราการขนถ่ายเชิงมวลของอนุภาคได้ดังนี้

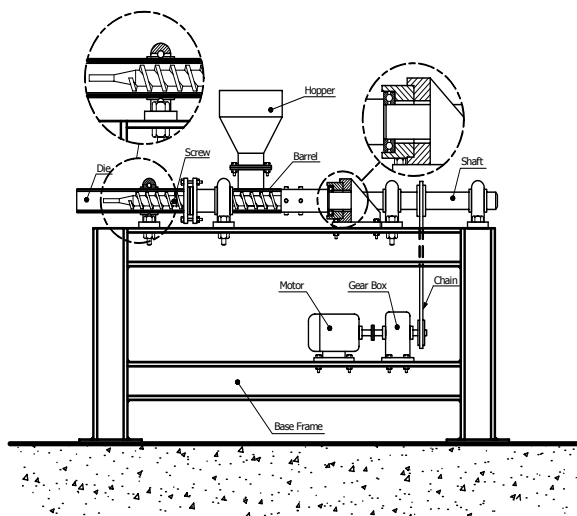
$$\dot{M}_s = \rho H p W V_{sz} = \rho H W p V_b \frac{\sin \theta}{\sin(\theta + \phi)} \quad (12)$$

ในการหาเทอม P_1/P_0 ในสมการ (8) จำเป็นต้องทราบ ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น และความดันในการอัดรีดซึ่งเขียนในรูปความสัมพันธ์ได้ดังสมการ (13) ดังนี้

$$\rho = f(P) \quad (13)$$

ความสัมพันธ์ในสมการที่ (13) จะได้จากผลการทดลองเท่านั้นจากสมการ (3) - (13) สามารถที่จะคำนวณหาลักษณะทางเรขาคณิตของรูปแบบสกรูอัดได้ ด้วยวิธีการทำซ้ำ (Iteration) โดยเริ่มต้นกำหนดอัตราการผลิตของเชื้อเพลิงแท่งแข็ง และความหนาแน่นของเชื้อเพลิงหลังการอัดรีด ซึ่งการกำหนดอัตราการผลิตนี้จะขึ้นอยู่กับต้นกำลังที่นำมาผลิต และชนิดของชีวมวลที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการทำเชื้อเพลิงแท่งแข็ง จากนั้นทำการสมมุติค่าความลึกร่องเกลียวเริ่มต้นในแต่ละ

ช่วงพีทซ์ แล้วคำนวณหาอัตราการไหลของชีวมวลในแต่ละร่องเกลียว ถ้าผลการคำนวณอัตราการไหลไม่ได้ค่าเท่ากับที่กำหนดไว้เริ่มต้น ให้ทำการเปลี่ยนค่าความลึกร่องเกลียวใหม่ แล้วคำนวณซ้ำตามขั้นตอนเดิม จนกว่าจะได้อัตราการไหลตามต้องการ จากนั้นปรับค่าความลึกร่องเกลียวของเกลียวถัดไป จนกว่าจะถึงเกลียวสุดท้าย ซึ่งจะได้ค่าความหนาแน่นตามต้องการ ในการคำนวณจะได้อัตราการไหล ของเชื้อเพลิงเท่ากับ 1 kg/min โดยลักษณะของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในงานวิจัยมีลักษณะดังรูปที่ 4



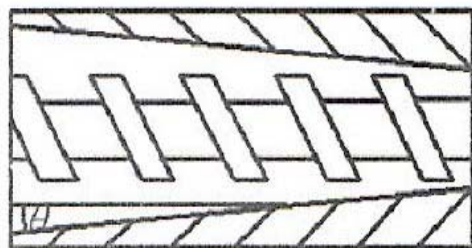
รูปที่ 4 แสดงลักษณะเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง

3. อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง
2. ชุดปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Inverter)
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ตาชั่งน้ำหนัก
5. แคลล์มิเตอร์
6. มีดตัดแท่งเชื้อเพลิง
7. เวอร์เนียคาลิเปอร์
8. เครื่องบดทะลามาปะร้าว
9. เครื่องทดสอบค่าการต้านทานแรงกด (UTM)
10. เครื่องทดสอบค่าความร้อน (Bomb Calorimeter)
11. สารละลายที่ใช้ทดสอบค่าความหนาแน่น (โทลูอิน)

4. วิธีการทดลอง

- 1 เตรียมวัตถุดิบซึ่งเป็นผงถ่านกะลาและผงถ่านไยกะลาในสัดส่วน 40:60
 - 2 ผสมโมลาสในสัดส่วนที่ต้องการทำการทดลองผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็ง
 - 3 ประกอบเครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแข็งพร้อมับอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด
 - 4 ทดลองเดินเครื่องตัวเปล่าเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแข็ง
 - 5 ปรับความเร็วรอบของสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงไปที่ 145 รอบต่อนาที
 - 6 ทำการป้อนวัตถุดิบที่เตรียมไว้ลงไปในถังพักอย่างต่อเนื่อง
 - 7 รอให้แท่งเชื้อเพลิงไหลออกมาอย่างต่อเนื่องแล้วทำการจับเวลาเพื่อหาอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิง
 - 8 นำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้ไปทำการอบจนเหลือความชื้นสุดท้าย 10% db
 - 9 นำแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอบแล้ว ไปทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ คือ การต้านทานแรงกด, ค่าความร้อน และ ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้
- นอกจากนี้ จะทำการเปลี่ยนสัดส่วนการผสมโมลาสไปเป็น 15:100 และ 20:100 และเปลี่ยนขนาดมุมของแม่พิมพ์จากมุม 1.0, 1.1, 1.2 และ 1.3 องศาโดยลักษณะของมุมแม่พิมพ์ (θ) มีลักษณะดังรูปที่ 5 แล้วทำการทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 – 9 ลักษณะของเครื่องอัดที่สร้างมีลักษณะดังรูปที่ 6 และแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้มีลักษณะดังรูปที่ 7



รูปที่ 5 แสดงลักษณะของมุมแม่พิมพ์

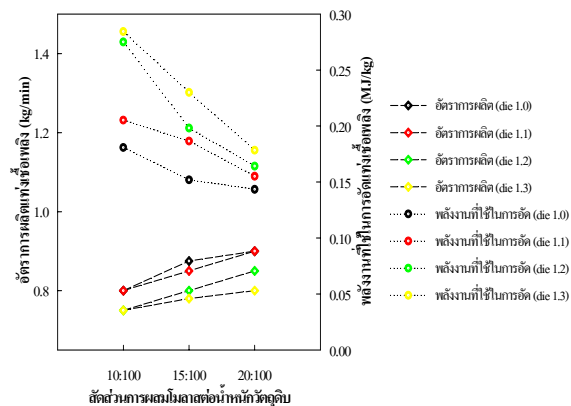


รูปที่ 6 แสดงเครื่องผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็งที่สร้างขึ้น



รูปที่ 7 แสดงแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้จากเครื่องผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็ง

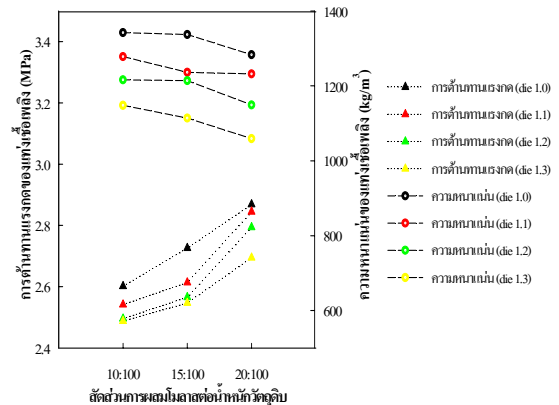
5. ผลการทดลอง



รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราการผลิตและพลังงานที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 5.1 เป็นผลการทดลองที่สัดส่วนวัตถุดิบซึ่งเป็นผสมผงถ่านกะลาต่อผงถ่านไยกะลา 40:60 และสัดส่วนผสมโมลาสต่อน้ำหนักรวมวัตถุดิบมีค่าที่ 10:100, 15:100, 20:100 ที่ความเร็วรอบ 145 รอบ/นาที พบว่าการเพิ่มขึ้น ของสัดส่วนโมลาสต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ ทำให้อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ตามการเพิ่มสัดส่วนการผสมโมลาสต่อน้ำหนักวัตถุดิบ ในทิศทางที่เดียวกันทุกๆมุมภายในแม่พิมพ์ โดยที่สัดส่วนโมลาสที่ 20:100 จะได้อัตราการผลิตสูงสุดที่ 0.9 kg/min และต่ำสุดที่สัดส่วนโมลาส 10:100 ที่ 0.75 kg/min เพราะโมลาสที่ผสมลงในวัตถุดิบ จะมีสมบัติเป็นสารหล่อลื่น ทำให้แท่งเชื้อเพลิงสามารถไหลผ่านแม่พิมพ์ออกมาได้ง่าย ซึ่งจะส่งผลต่อค่าพลังงานที่ใช้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงลดลง เพราะเหตุผลข้างต้น โดยพลังงานที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงสูงสุดที่สัดส่วนโมลาส 10:100 และต่ำสุดที่สัดส่วนโมลาส 20:100 ซึ่งจะมีค่าพลังงานที่ใช้ในการอัดในทุกๆมุมภายในของแม่พิมพ์อยู่ระหว่าง 0.14 – 0.28 MJ/kg นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะลดลง เมื่อมุมของแม่พิมพ์มีค่าเพิ่มมากขึ้น เพราะการอัดตัวของแท่งเชื้อเพลิงจะเป็นการอัดตัวอย่างตันที่ทันใด ซึ่งเป็นการเพิ่มความเสียด

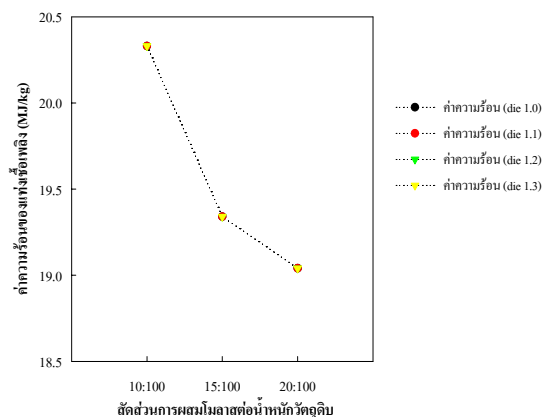
ทานในแม่พิมพ์ให้มีค่ามากขึ้นและส่งผลให้พลังงานที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ของการต้านทานแรงกดและความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 5.2 เป็นผลการทดลองที่สัดส่วนวัตถุดิบซึ่งเป็นผสมผงถ่านกะลาต่อผงถ่านไยกะลา 40:60 และอัตราส่วนผสมโมลาสต่อน้ำหนักรวมวัตถุดิบมีค่าที่ 10:100, 15:100, 20:100 ที่ความเร็วรอบ 145 รอบ/นาที พบว่าการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามการเพิ่มของสัดส่วนการผสมโมลาส ซึ่งใช้เป็นตัวประสานเพราะลักษณะของโมลาสจะมีความเหนียวและเมื่อผ่านการอบจะมีการยึดเกาะที่ดี และจะส่งผลให้การต้านทานแรงกดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยจะมีค่าการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 2.49 – 2.87 MPa ส่วนค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง จะมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนการผสมโมลาส เนื่องจากโมลาสเป็นของเหลว ซึ่งมีน้ำเป็นส่วนประกอบเมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงไปทำการอบ จะทำให้น้ำที่มีอยู่ในโมลาสระเหย ซึ่งหากผสมโมลาสมากก็จะทำให้น้ำระเหยมากและ ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงลดลงโดยมีค่าความหนาแน่นระหว่าง 1059 – 1342 kg/m³ นอกจากนี้ผลเนื่องจากมุมของแม่พิมพ์ที่เพิ่มขึ้น จะทำ ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงลดลง เพราะมุมของแม่พิมพ์ที่มากขึ้นนั้น จะทำให้ระยะในการอัดแท่งเชื้อเพลิงในแม่พิมพ์มีน้อย ทำให้ความหนาแน่นต่ำกว่า

มของแม่พิมพ์ที่มีค่าน้อยกว่า และจะส่งผลให้การต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงลดลงตามการเพิ่มขึ้นของมของแม่พิมพ์เช่นเดียวกัน



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 5.3 เป็นผลการทดลองที่สัดส่วนวัตถุดิบซึ่งเป็นผสมผงถ่านกะลาต่อผงถ่านใยกะลา 40:60 และอัตราการผลิตต่อน้ำหนักวัตถุดิบมีค่าที่ 10:100, 15:100, 20:100 ที่ความเร็วรอบ 145 รอบ/นาที พบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง จะมีค่าลดลงตามการเพิ่มของสัดส่วนการผลิตผสมโมลาส เพราะการผลิตผสมที่มากขึ้น จะเป็นการลดสัดส่วนของผงถ่านกะลาที่จะมีในแท่งเชื้อเพลิงทุกๆ 1 กิโลกรัมให้น้อยลง โดยจะมีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 19.04 – 20.33 MJ/kg ทั้งนี้จากการทดลองยังพบว่ามของแม่พิมพ์จะไม่ส่งผลต่อค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกมของแม่พิมพ์จะมีค่าความร้อนเท่ากันที่สัดส่วนการผลิตผสมโมลาสต่อน้ำหนักวัตถุดิบที่เท่ากัน

6. สรุปผลการทดลอง

1. ผลของสัดส่วนการผลิตผสมโมลาสต่อน้ำหนักวัตถุดิบต่ออัตราการผลิต และพลังงานที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง เป็นไปในลักษณะที่อัตราการผลิตจะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของโมลาสที่เพิ่มมากขึ้น แต่พลังงานที่ใช้จะลดลงซึ่งจะมีลักษณะสอดคล้องกันในทุกขนาดม

แม่พิมพ์ อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่ทำได้อัตราอยู่ระหว่าง 0.75 – 0.90 kg/min และพลังงานที่ใช้ในการอัดมีค่าระหว่าง 0.14 – 0.28 MJ/kg

2. ผลของสัดส่วนการผลิตผสมโมลาสต่อน้ำหนักวัตถุดิบต่อค่าความหนาแน่น และการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิง มีลักษณะที่ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจะลดลงตามการเพิ่มของสัดส่วนการผลิตผสมโมลาส แต่ค่าการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจะเพิ่มมากขึ้น โดยความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 1060 – 1360 kg/m³ และการต้านทานแรงกดมีค่า 2.5 – 2.8 MPa

3. ผลของสัดส่วนการผลิตผสมโมลาสต่อน้ำหนักวัตถุดิบต่อค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง พบว่าค่าความร้อนจะลดลงตามการเพิ่มของสัดส่วนการผลิตผสมโมลาส โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 19 – 21 MJ/kg

4. ผลของขนาดมของแม่พิมพ์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการการผลิตเชื้อเพลิงลดลง และพลังงานที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้จะทำให้ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงลดลง ซึ่งจะส่งผลให้การต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงลดลงด้วย แต่ขนาดของมของแม่พิมพ์ จะไม่ส่งผลต่อค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรีประจำปี 2546

เอกสารอ้างอิง

การส่งเสริมการใช้พลังงานชีวมวลของประเทศไทย, วารสารนโยบายพลังงาน ฉบับที่ 55 ม.ค.- มี.ค. 2543

Chris Rauwendaal, "Function process analysis", Polymer Extrusion, 2nd edition, 1990

M.C. Mayoral, M.T. Izquierdo, M.J. Blesa, J.M. Andres, B. Rubio and J.L. Miranda, 2001, "DSC study of curing in smokeless

briquetting", *Thermochimica Acta* [Electronic], Vol. 371, pp. 41-44, Available : Elsevier / Science Direct [2001]

Z. Husain, Z. Zainac and Z. Addullah, 2002, "Briquetting of palm fiber and shell from the processing of palm nuts to palm oil", *Biomass and Bioenergy* [Electronic], Vol. 22, No. 10, pp. 505-509, Available: Elsevier / Science Direct [2002]