บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยคุณสมบัติน้ำมันพืชที่สามารถเป็นเชื้อเพลิงทดแทนดีเซล

4.1.1 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง

ตารางที่ 4.1 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (LHV) ที่ใช้ทดสอบ เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 7 ครั้ง ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

เชื้อเพลิง	ค่าความร้อน (kJ/kg)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
1. น้ำมันดีเซล	45,906	4.24
2. น้ำมันมะพร้าวดิบ	38,191	7.39
3. ไขมันปาล์มบริสุทธิ์	38,206	4.81
4. น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	37,530	5.73
5. น้ำมันถั่วเหลือง	36,770	8.06
6. น้ำมันรำข้าว	34,360	6.15

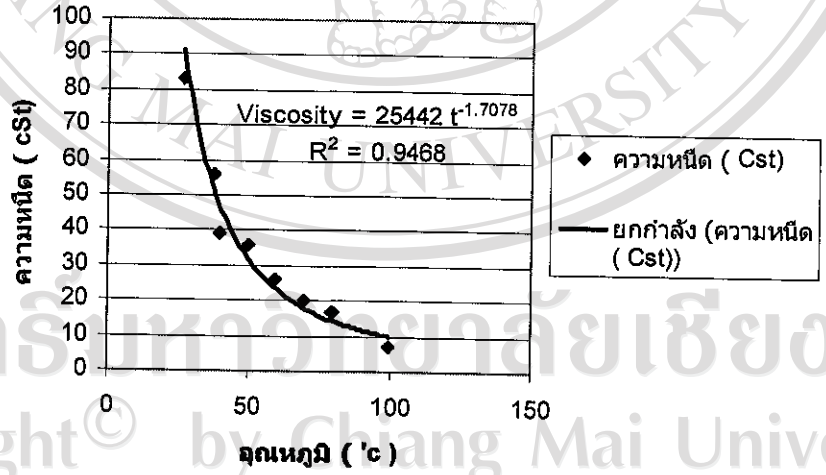
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 ค่าความหนืดเชื้อเพลิง

ตารางที่ 4.2 ค่าความหนืดของเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 7 ครั้ง

เชื้อเพลิง	ค่าความหนืดที่ 37.8°c (cSt)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)	ค่าความหนืดที่ 98.9°c (cSt)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
1. น้ำมันดีเซล	3.34	2.13	1.82	0.26
2. น้ำมันมะพร้าวดิบ	26.0	3.87	6.73	0.48
3. ไขมันปาล์มบริสุทธิ์	56.0	2.91	7.29	0.31
4. น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	28.31	4.06	7.10	0.69
5. น้ำมันถั่วเหลือง	46.0	3.10	7.18	0.23
6. น้ำมันรำข้าว	49.83	1.75	7.24	0.75

พิจารณาเฉพาะค่าความหนืดของไขมันปาล์มบริสุทธิ์ ณ.อุณหภูมิต่างๆ เท่านั้น



รูปที่ 4.1 ค่าความหนืดของไขมันปาล์มบริสุทธิ์ ณ อุณหภูมิต่างๆ

จากรูปที่ 4.1 ซึ่งได้สมการความหนืดของไขมันปาล์มบริสุทธิ์ ณ อุณหภูมิต่างๆ ดังนี้ Viscosity = 25442 $t^{-1.7078}$ เป็นสมการสมบูรณ์ ในช่วง $37.8^{\circ}c \leq t \leq 98.9^{\circ}c$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3 ทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ

ตารางที่ 4.3 ค่าความถ่วงจำเพาะเชื้อเพลิงทดสอบเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 7 ครั้ง วัดที่อุณหภูมิห้อง 28° C

เชื้อเพลิง	ค่าความถ่วงจำเพาะ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
1. น้ำมันดีเซล	0.830	0.483
2. น้ำมันมะพร้าวดิบ	0.946	0.395
3. ไขมันปาล์มบริสุทธิ์	0.914	0.548
4. น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	0.898	0.372
5. น้ำมันถั่วเหลือง	0.908	0.622
6. น้ำมันรำข้าว	0.864	0.454

เนื่องจากงานวิจัยนี้ให้ความสนใจในการน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เป็นเชื้อเพลิง สำหรับห้องเผาไหม้แบบต่อเนื่อง จึงทำการวิจัยเพิ่มเติมในส่วนของจุดวาบไฟ จุดไหลเท ปริมาณน้ำ และกำมะถัน โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลมีค่าดังนี้

1. จุดวาบไฟของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์อยู่ที่ 110°c ในขณะที่น้ำมันดีเซล ซึ่งมีค่า 59°c

2. จุดไหลเทของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีอยู่ที่ 18.5°c ในขณะที่น้ำมันดีเซล ซึ่งมีค่า -16°c

3. ปริมาณน้ำของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีค่าร้อยละ 0.025 โดยปริมาตร ในขณะที่น้ำมันดีเซลซึ่งมีค่า ร้อยละ 0.01 โดยปริมาตร

4. ปริมาณกำมะถัน ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีค่าร้อยละ 0 โดยน้ำหนัก ในขณะที่น้ำมันดีเซลซึ่งมีค่าร้อยละ 0.03 โดยน้ำหนัก

5. ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีค่า 0.914 ที่ 15°c ในขณะที่น้ำมันดีเซลซึ่งมีค่า 0.83 ที่ 15°c

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จึงสามารถทดแทนเชื้อเพลิงดีเซลได้ เนื่องจากค่าความร้อนใกล้เคียง และประการสำคัญปริมาณกำมะถันของไขมันปาล์มไม่มี ในขณะที่น้ำมันดีเซลมีอยู่ถึง 0.03 โดยน้ำหนัก และถ้าได้รับการเผาไหม้จะทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ในขณะที่ไขมันปาล์มไม่ก่อให้เกิดมลภาวะจึงมีส่วนให้สภาวะทางอากาศดีขึ้น น่าจะมาใช้เชื้อเพลิงทางเลือกชนิดนี้

- **การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง**

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อเชื้อเพลิงถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจน ทำให้จุดติดไฟอย่างต่อเนื่องและปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาอย่างมหาศาล องค์ประกอบของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้กับเชื้อเพลิง (Heywood, John B.1998) แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้กับเชื้อเพลิง

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบ	
	โดยปริมาตร	โดยมวล
ออกซิเจน (O_2) ไนโตรเจน (N_2)	21 79	23 77
อัตราส่วนของปริมาณ O_2 : N_2	1 : 3.76	1 : 3.35

สมดุลสมการของการเผาไหม้ระหว่างไขมันปาล์มกับอากาศจะได้ดังนี้

$$CH_3(CH_2)_{16}COOH + 26O_2 + 26\times3.76N_2 \rightarrow 18\,CO_2 + 18\,H_2O$$

ทั้งนี้สมมุติเงื่อนไขการเผาไหม้สมบูรณ์ซึ่ง N_2 ของอากาศไม่มีการทำปฏิกิริยาเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (สวท-มช)
ชั้น 7 อาคาร 30 ปีคณะวิทยาศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
Tel: 053-943397 Fax: 053-892275 E-mail: stsc@science.cmu.ac.th
Science and Technology Service Center, Chiang Mai University (STSC-CMU)
7th Floor, 30th Year Science Building, Faculty of Science, Chiang Mai University,Chiang Mai 50200

รายงานผลการวิเคราะห์

เลขที่รับงาน : 010/029

วันที่รายงานผล : 2 ธันวาคม 2546 **วันที่รับตัวอย่าง** : 29 ตุลาคม 2546

ตัวอย่าง : น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จำนวน 1 ตัวอย่าง

ชื่อของลูกค้า / หน่วยงาน : นายพิพัฒน์พงศ์ วัฒนวันยู

ที่อยู่ : 169/1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ (09) 4519495

ผลการวิเคราะห์

ตัวอย่าง	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	Specific Gravity at 15/15°C	0.9149
	Flash point	> 110°C

ผู้ดำเนินการวิเคราะห์

.....

(อาจารย์ ดร.สุภรินทร์ ไชยกลางเมือง)

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ตามเอกสารข้างต้นนี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์เท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้เครื่องหมายเดียวกับตัวอย่างนี้ และห้ามใช้รายงานฉบับนี้ในการประกาศ หรือย่อตัดทอน

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประโยชน์ อุนจะนำ)

ผู้อำนวยการ

สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะและจุดวาบไฟของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

4.2 ขั้นตอนและวิธีการวิจัยความเสถียรของห้องเผาไหม้แบบต่อเนื่อง

ในการทดสอบดูความเสถียรของการเผาไหม้นี้จะกระทำกับเชื้อเพลิง 2 ชนิด นั่นคือ น้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ การทดสอบกับเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะถูกทดสอบตามวิธีการต่างๆ ดังนี้

เริ่มจุดไฟโดยการใช้หัวจ่ายก๊าซและเปิดอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศจนสุด จนกระทั่งสังเกตเห็นเปลวไฟเป็นสีฟ้า มีสีส้มแซมบางๆ ในห้องเผาไหม้นาน 8 นาที จากนั้นเริ่มจ่ายเชื้อเพลิงผ่านหัวฉีดเชื้อเพลิง โดยการเปิดวาล์วเชื้อเพลิงเต็มที่ พร้อมกับเปิดวาล์วอากาศช่วยจากถังอัดอากาศ เมื่อเปลวไฟติดและเสถียรดีแล้ว ปิดวาล์วหัวจ่ายก๊าซ ปรับลดวาล์วเชื้อเพลิงให้เปลวไฟอยู่ภายในห้องเผาไหม้ ช่วงส่วนกำเนิดไฟ รอสักครู่ให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady state) แล้วสังเกต

1. อุณหภูมิอุ่นน้ำมันเชื้อเพลิง
2. ความเสถียรของการเผาไหม้ต่อการเพิ่มของอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ
3. ความเสถียรของการเผาไหม้ที่ความดันอากาศช่วยค่าต่างๆ

หมายเหตุ ในการทดสอบการเผาไหม้กับน้ำมันปาล์ม ให้เริ่มเดินห้องเผาไหม้ด้วยก๊าซก่อนจนเสถียร แล้วจึงเปิดวาล์วจ่ายน้ำมันปาล์มเผาไหม้ร่วมกับก๊าซหุงต้มที่แรงดัน 6.895 kPa เนื่องจากน้ำมันปาล์ม เผาไหม้ไม่หมดมีละอองเชื้อเพลิงหยดออกมาจำเป็นต้องใช้ก๊าซหุงต้มช่วยเผาไหม้ ซึ่งต่างจากน้ำมันดีเซลที่ไม่จำเป็นต้องใช้ก๊าซหุงต้มช่วยในการเผาไหม้ หลังจากการทดสอบเพื่อสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ข้างต้นแล้ว ก่อนจะหยุด เดินห้องเผาไหม้ให้เปิดวาล์วจ่ายน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่งรอจนกระทั่งน้ำมันปาล์มในระบบจ่ายเชื้อเพลิงหมดแล้ว จึงทำการหยุดเดินห้องเผาไหม้

4.2.1 ขั้นตอนและวิธีการทดสอบประสิทธิภาพห้องเผาไหม้สำหรับน้ำมันดีเซล

การทดสอบประสิทธิภาพการห้องเผาไหม้ จะใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทดสอบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1.1 เริ่มเดินห้องเผาไหม้รอจนให้ระบบอยู่ในสภาวะคงตัว โดยปรับเชื้อเพลิงให้เปลวไฟหดเข้าไปอยู่ในส่วนกำเนิดไฟ ขณะเปิดอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศเต็มที่ เริ่มการบันทึกค่าที่ความดันอากาศช่วยที่ 68.95 kPa (10 psi) ค่าที่บันทึกมีดังนี้

- อุณหภูมิอากาศภายนอก (T_a)
- ระดับน้ำในบารอมิเตอร์ (h)
- อากาศเร็วขาเข้า (V)

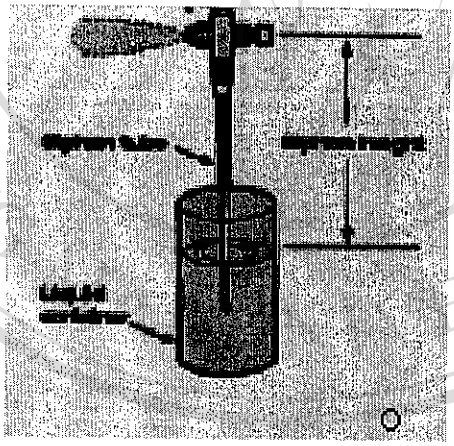
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- อุณหภูมิก๊าซร้อน (T_g)
- อุณหภูมิเชื้อเพลิงก่อนเข้าหัวฉีด (T_f)
- เวลาที่ใช้ในการจ่ายเชื้อเพลิง 150 CC. (t)

4.2.1.2 ปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ 4 ระดับ (ตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศสุด ตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศลดวาล์ว 1.5 รอบจากเปิดสุด ตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศลดวาล์ว 3 รอบจากเปิดสุดและตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศลดวาล์ว 4.5 รอบจากเปิดสุด) โดยยึดผลต่างระดับน้ำในบารอมิเตอร์ แล้วทำการวัดค่าและบันทึกผลตัวแปรข้างต้นอีกในแต่ละครั้ง

4.2.1.3 แล้วเริ่มปรับเปลี่ยนค่าความดันอากาศช่วยไปที่ 137.89 kPa (20 psi) 206.84kPa (30 psi) 275.79 kPa (40 psi) 413.68 kPa (60 psi) 482.63 kPa (70 psi) แล้วทำวิธีการตามข้อ 4.2.1.2 อีกที่ค่าความดันอากาศช่วยแต่ละครั้ง

4.2.1.4 ทำการทดสอบซ้ำตามข้อ 4.3.1.1– 4.3.1.3 ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยปรับเปลี่ยนระดับความสูงไซฟอนของหัวฉีด จากระดับเริ่มต้นที่ 0 เมตร -0.15 เมตร -0.30 เมตร และ -0.45 เมตร



รูปที่ 4.3 ระดับความสูงไซฟอนของหัวฉีดเชื้อเพลิง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนและวิธีการทดสอบประสิทธิภาพห้องเผาไหม้สำหรับน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

การทดสอบประสิทธิภาพการห้องเผาไหม้ จะใช้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เป็นเชื้อเพลิงทดสอบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.2 เริ่มเดินห้องเผาไหม้รอจนให้ระบบอยู่ในสภาวะคงตัว

โดยปรับเชื้อเพลิงให้เปลวไฟหดเข้าไปอยู่ในส่วนกำเนิดไฟ ขณะเปิดอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศเต็มที่ เริ่มการบันทึกค่าที่ความดันอากาศช่วยที่ 68.95 kPa (10 psi) ค่าที่บันทึกมีดังนี้

- อุณหภูมิอากาศภายนอก (T_a)
- ระดับน้ำในบารอมิเตอร์ (h)
- อากาศเร็วขาเข้า (V)
- อุณหภูมิก๊าซร้อน (T_g)
- อุณหภูมิเชื้อเพลิงก่อนเข้าหัวฉีด (T_f)
- เวลาที่ใช้ในการจ่ายเชื้อเพลิง 150 CC. (t)

4.2.2.1 ปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ 4 ระดับ (ตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศสุด ตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศลดวาล์ว 1.5 รอบจากเปิดสุด ตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศลดวาล์ว 3 รอบจากเปิดสุดและตำแหน่งเปิดวาล์วปรับปริมาณอากาศลดวาล์ว 4.5 รอบจากเปิดสุด) โดยยึดผลต่างระดับน้ำในบารอมิเตอร์ แล้วทำการวัดค่าและบันทึกผลตัวแปรข้างต้นอีกในแต่ละครั้ง

4.2.2.2 แล้วเริ่มปรับเปลี่ยนค่าความดันอากาศช่วยไปที่ 137.89 kPa (20 psi) 206.84kPa (30 psi) 275.79 kPa (40 psi), 413.68 kPa (60 psi), 482.63 kPa (70 psi) แล้วทำวิธีการตามข้อ 4.2.2.1 อีกที่ค่าความดันอากาศช่วยแต่ละครั้ง

4.2.2.3 ทำการทดสอบซ้ำตามข้อ ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยปรับเปลี่ยนระดับความสูงไซฟอนของหัวฉีด จากระดับเริ่มต้นที่ 0 เมตร และ -0.45 เมตร

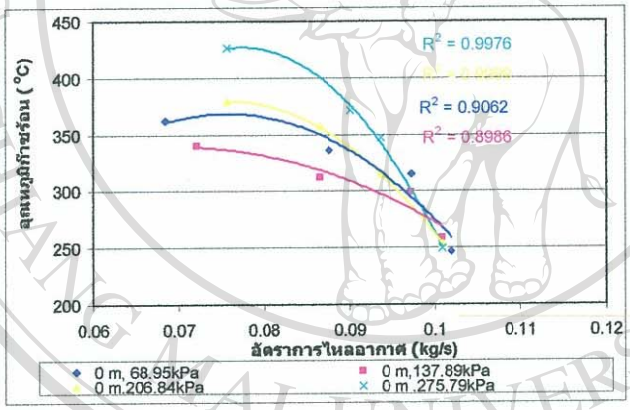
4.3 ผลการวิจัยประสิทธิภาพห้องเผาไหม้แบบต่อเนื่องเมื่อใช้น้ำมันดีเซล

4.3.1 การทดสอบกับน้ำมันดีเซลที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตร (กระเปาะตวงเชื้อเพลิงอยู่ระดับเดียวกับหัวฉีด)

เกิดการเผาไหม้ได้ดีมากและไม่มีระบบอุ่นเชื้อเพลิงมีความเสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศ ลักษณะเปลวไฟที่ได้ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1020 kg/s และเปิดวาล์วเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 0.000537 kg/s เป็นเปลวไฟสีเหลืองสว่างลอยตัวอยู่ในส่วนกำเนิดไฟ ปรากฏควันออกมาให้เห็นเพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 4.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.4 ลักษณะการเผาไหม้เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

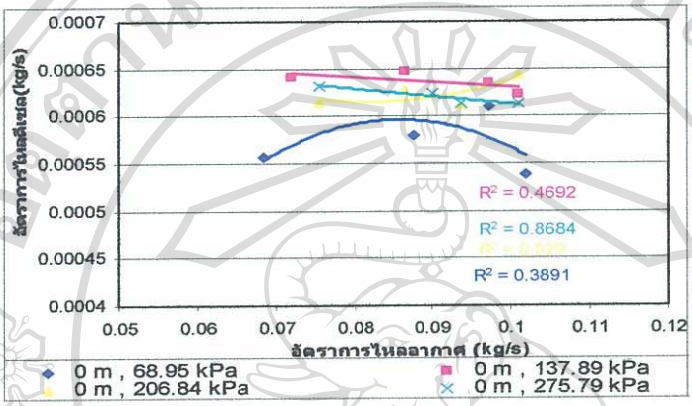


รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศที่ไซฟอน 0 เมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.5 ที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตร ผลการทดสอบเมื่อลองปรับลดปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศลงจาก 0.10 kg/s ไปสู่ 0.07 kg/s พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย อุณหภูมิก๊าซร้อนอยู่ในช่วงประมาณ 246-426^{0}C และอุณหภูมิน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลอยู่ในช่วง 27^{0}C (อุณหภูมิห้อง) โดยที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 275.79 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.075-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 248-430^{0}C ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 206.84 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.073-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 250-380^{0}C

ในขณะที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 137.89 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.072-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 252-348^{0}C และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 68.95 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.07-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 253-352^{0}C



รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบของอัตราการไหลดีเซลกับอัตราการไหลอากาศไซฟอน 0 เมตร

จากรูป 4.6 ที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตรเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว จะเห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ความดันอากาศช่วยค่าต่างๆ มีค่าไม่คงที่ต่อการปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ อีกทั้งความดันในห้องเผาไหม้มีการแปรเปลี่ยนทุกสภาวะการทำงาน และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ามากที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00065-0.00063 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.07-0.10 kg/s และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ารองลงมาคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00063-0.00061 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.075-0.1 kg/s ซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

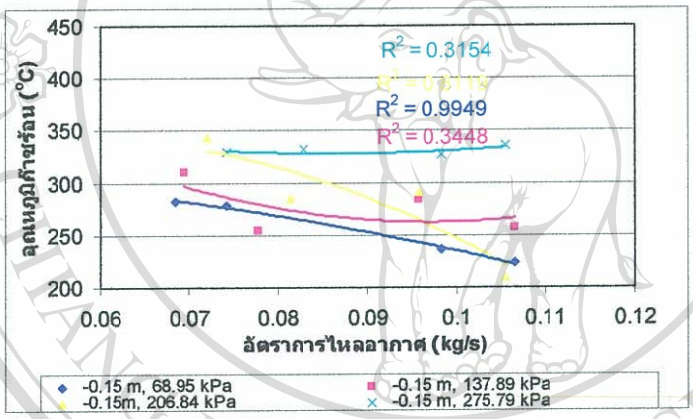
ส่วนที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.84 kPa มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00062-0.00065 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.075-0.10 kg/s สาเหตุเกิดจากช่วงแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดดังกล่าวเกิดการแทนที่ของน้ำมันบริเวณห้องผสมน้ำมันของหัวฉีดไม่ทัน หัวฉีดจึงฉีดอากาศออกมามากกว่าละอองน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่าต่ำที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00055-0.00058 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.068-0.10 kg/s สาเหตุเกี่ยวข้องกับแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ต่ำทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่ำจึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่อากาศได้มากพอที่จะทำให้เชื้อเพลิงแตกตัวดี

4.3.2 การทดสอบกับน้ำมันดีเซลที่ระดับความสูงไซฟอน -0.15 เมตร

เกิดการเผาไหม้ได้ดีและไม่มีระบบอุ่นเชื้อเพลิงมีความเสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศพอสมควร ลักษณะเปลวไฟที่ได้ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1067 kg/s และเปิดวาล์วเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 0.0004670 kg/s เป็นเปลวไฟสีเหลืองสว่างลอยตัวอยู่ในส่วนกำเนิดไฟ และมีบางส่วนเลยออกมาถึงส่วนกลางห้องเผาไหม้ ปรากฏควันออกมาให้เห็นพอสมควร



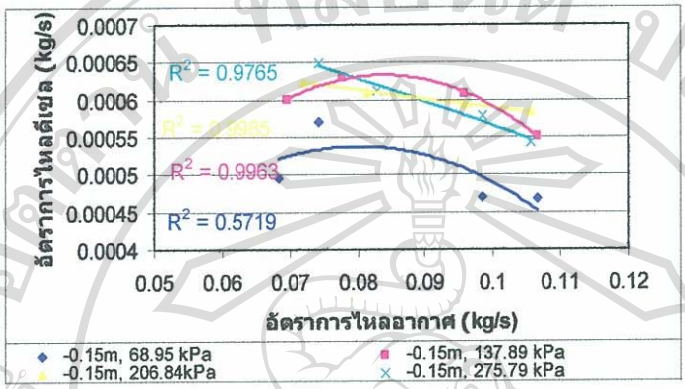
รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศที่ไซฟอน -0.15 เมตร

จากรูปที่ 4.7 ที่ระดับความสูงไซฟอน -0.15 เมตร ผลการทดสอบเมื่อลองปรับลดปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศลงจาก 0.1067 kg/s ไปสู่ 0.0648 kg/s พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย สภาวะที่เปิดอากาศสุด อุณหภูมิก๊าซร้อน อยู่ในช่วงประมาณ 209-342^{0}C และอุณหภูมิน้ำมันดีเซลอยู่ในช่วง 27^{0}C (อุณหภูมิห้อง)

โดยที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 275.79 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.076-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 330-345^{0}C ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 206.84 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.073-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 210-348^{0}C ในขณะที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 137.89

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.071-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 255-302^{0}C และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 68.95 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.07-0.10 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 225-290^{0}C



รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบของอัตราการไหลดีเซลกับอัตราการไหลอากาศที่ไซฟอน -0.15 เมตร

จากรูป 4.8 ที่ระดับความสูงไซฟอน -0.15 เมตรเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว จะเห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ความดันอากาศช่วยค่าต่างๆ มีค่าไม่คงที่ต่อการปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ อีกทั้งความดันในห้องเผาไหม้มีการแปรเปลี่ยนทุกสภาวะการทำงาน และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ามากที่สุดคือ มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00055-0.00060 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.07-0.11 kg/s และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ารองลงมาคือ มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00053-0.00065 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.075-0.11 kg/s ส่วนที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.84 kPa มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00058-0.00062 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.075-0.11 kg/s สาเหตุเกิดจากช่วงแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดดังกล่าวเกิดการแทนที่ของน้ำมันบริเวณห้องผสมน้ำมันของหัวฉีดไม่ทันหัวฉีดจึงฉีดอากาศออกมามากกว่าละอองน้ำมัน

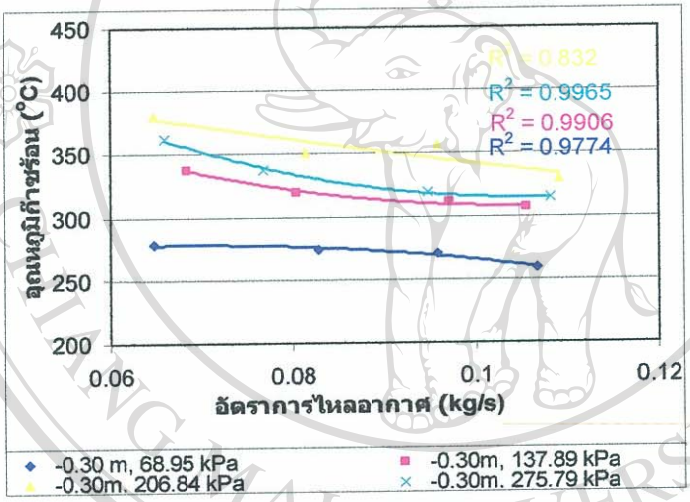
ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่าต่ำที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00045-0.00051 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.068-0.11 kg/s สาเหตุเกี่ยวข้องกับแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่ำ จึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่อากาศได้มากพอซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

4.3.3 การทดสอบกับน้ำมันดีเซลที่ระดับความสูงไซฟอน -0.30 เมตร

เกิดการเผาไหม้ไม่ดีและไม่มีระบบอุ่นเชื้อเพลิง ความเสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศต่ำ ลักษณะเปลวไฟที่ได้ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1081 kg/s และเปิดวาล์วเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 0.000591 kg/s เป็นเปลวไฟสีเหลืองส้มบางส่วนเลยออกมาถึงส่วนกลางห้องเผาไหม้ ปรากฏควันออกมาให้เห็นมาก

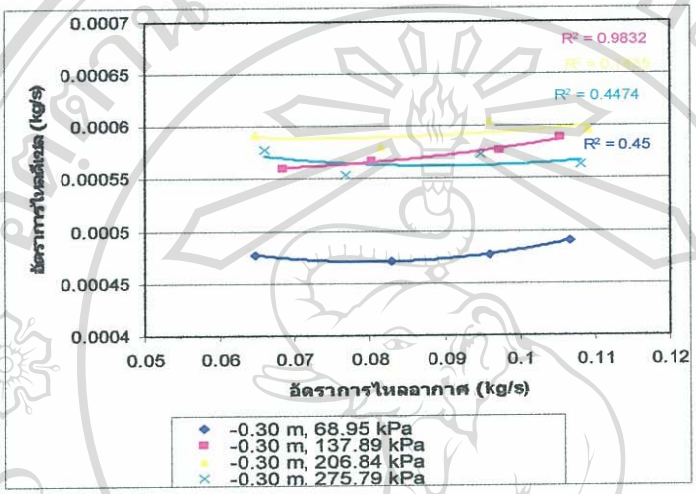


รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศที่ไซฟอน -0.30 เมตร

จากรูปที่ 4.9 ที่ระดับความสูงไซฟอน -0.30 เมตร ผลการทดสอบเมื่อลองปรับลดปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศลงจาก 0.1081 kg/s ไปสู่ 0.0648 kg/s พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย สภาวะที่เปิดอากาศสุด อุณหภูมิก๊าซร้อนอยู่ในช่วงประมาณ 258-380°C และอุณหภูมิน้ำมันดีเซลอยู่ในช่วง 27°C (อุณหภูมิห้อง) โดยที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 275.79 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.065-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 305-360°C ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 206.84 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.063-0.11 kg/s และสามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 340-380^{0}C ในขณะที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 137.89 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.071-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 305-345^{0}C และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 68.95 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.063-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 251-275^{0}C



รูปที่ 4.10 การเปรียบเทียบของอัตราการไหลดีเซลกับอัตราการไหลอากาศที่ไซฟอน -0.30 เมตร

จากรูป 4.10 ที่ระดับความสูงไซฟอน -0.30 เมตร เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ความดันอากาศช่วยค่าต่างๆ มีค่าไม่คงที่ต่อการปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ อีกทั้งความดันในห้องเผาไหม้มีการแปรเปลี่ยนทุกสภาวะการทำงาน

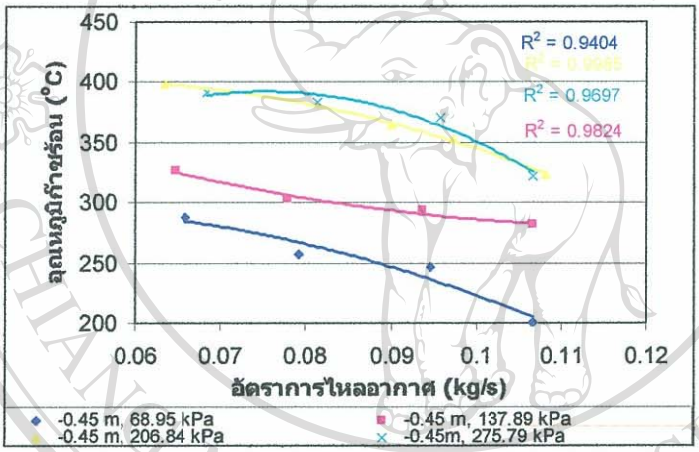
ที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.84 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ามากที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00058-0.00060 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.065-0.11 kg/s และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ารองลงมาคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00056-0.00058 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.065-0.11 kg/s ส่วนที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00055-0.00057 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.067-0.11 kg/s ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่าต่ำที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00046-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

0.00048 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.065-0.11 kg/s สาเหตุเกี่ยวข้องกับแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ต่ำทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่ำจึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่อากาศได้มากพอ ซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa 137.89 kPa 206.84 kPa และ275.79 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

4.3.4 การทดสอบกับน้ำมันดีเซลที่ระดับความสูงไซฟอน -0.45 เมตร

เกิดการเผาไหม้ไม่ดีและไม่มีระบบอุ่นเชื้อเพลิง ความเสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศค่อนข้างต่ำ ลักษณะเปลวไฟที่ได้ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1081 kg/s และเปิดวาล์วเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 0.00054 kg/s เป็นเปลวไฟสีเหลืองส้มบางส่วนเลยออกมาถึงส่วนกลางห้องเผาไหม้ ปรากฏควันออกมาให้เห็นมาก

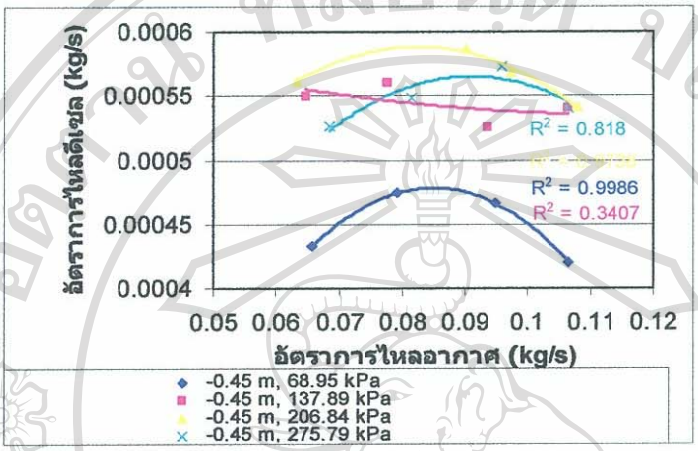


รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศที่ไซฟอน -0.45 เมตร

จากรูปที่ 4.11 ที่ระดับความสูงไซฟอน -0.45 เมตร ผลการทดสอบเมื่อลองปรับลดปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศลงจาก 0.1081 kg/s ไปสู่ 0.0634 kg/s พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย สภาวะที่เปิดอากาศสุด อุณหภูมิก๊าซร้อน อยู่ในช่วงประมาณ 258-380^{0}C และอุณหภูมิน้ำมันดีเซลอยู่ในช่วง 27^{0}C (อุณหภูมิห้อง) โดยที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 206.84 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.062-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงกว้างอุณหภูมิสูงสุดที่ 330-400^{0}C ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 275.79 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.067-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิรองลงมาที่ 340-380^{0}C ในขณะที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ 137.89 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.063-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 290-375^{0}C และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 68.95 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.065-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 201-295^{0}C



รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบของอัตราการไหลดีเซลกับอัตราการไหลอากาศที่ไซฟอน -0.45 เมตร

จากรูป 4.12 ที่ระดับความสูงไซฟอน -0.45 เมตรเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว จะเห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ความดันอากาศช่วยค่าต่างๆ มีค่าไม่คงที่ต่อการปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ อีกทั้งความดันในห้องเผาไหม้มีการแปรเปลี่ยนทุกสภาวะการทำงาน ที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.84 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ามากที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00053-0.00056 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.065-0.11 kg/s และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ารองลงมาคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00052-0.00055 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.063-0.11 kg/s ส่วนที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00052-0.00054 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.065-0.11 kg/s ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่าต่ำที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00041-0.00044 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.065-0.11 kg/s สาเหตุเกี่ยวข้องกับแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ต่ำทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่ำ จึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่

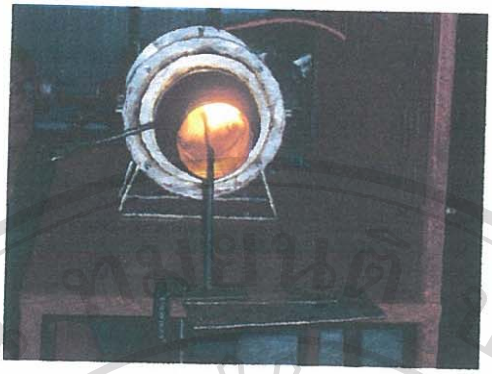
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อากาศได้มากพอ ซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa 206.84 kPa และ275.79 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ไม่เสถียรทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน จึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่อากาศได้มากและสม่ำเสมอ จะเกิดที่สภาวะอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00052-0.00055 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.063-0.11 kg/s แต่ช่วงอุณหภูมิก๊าซร้อนยังคงมีค่าสูงที่ 290-375^{0}C ห้องเผาไหม้จึงยังให้แนวโน้มของอุณหภูมิเมื่อปรับเปลี่ยนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดและอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลที่สูงต่อเนื่องสม่ำเสมอ

4.4 ผลการวิจัยประสิทธิภาพห้องเผาไหม้แบบต่อเนื่อง เมื่อใช้น้ำมันปาล์มร่วมกับก๊าซหุงต้มช่วยเผาไหม้

เกิดการเผาไหม้เฉพาะกับกรณีที่ใช้ท่ออุ่นเชื้อเพลิงเท่านั้น การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นไม่เสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศอย่างกะทันหัน ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1067169 kg/s และเปิดวาล์วเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 0.00012443 kg/s ที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตร (กระเปาะตวงเชื้อเพลิงอยู่ระดับเดียวกับหัวฉีด) เปลวไฟที่ได้เป็นสีน้ำเงินฟ้า หดสั้นอยู่ในบริเวณส่วนกำเนิดไฟ มีควันปนออกมากับก๊าซร้อนในปริมาณมาก อีกทั้งมีหยดเชื้อเพลิงปริมาณมากที่ไม่ลุกไหม้ปนออกมากับก๊าซร้อน มีบางส่วนที่พุ่งชนผนังห้องเผาไหม้บริเวณปลายท่อ เกิดการเปียกแฉะทำให้อุณหภูมิผนังห้องเผาไหม้ต่ำลง เป็นผลให้อุณหภูมิอุ่นน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเปลวไฟดับลงที่อุณหภูมิเชื้อเพลิงต่ำกว่า 70°C ซึ่งเป็นไปได้ว่าที่อุณหภูมินี้ เชื้อเพลิงมีความหนืดมากเกินไป จึงทำให้การแตกตัวเป็นสเปรย์ไม่ดีพอกับการลุกไหม้ได้ การเผาไหม้ขณะที่อุณหภูมิเชื้อเพลิงยังอยู่ในช่วง 80-110°C จะให้เปลวไฟนั้นมีความเสถียร และความยาวเปลวไฟอยู่ในบริเวณช่วงกลางของห้องเผาไหม้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.13 และหยดน้ำมันปาล์มจากปลายห้องเผาไหม้มีลักษณะดังรูปที่ 4.14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



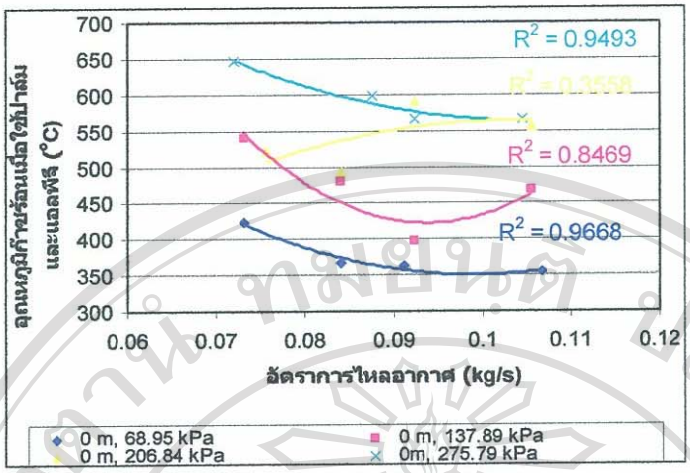
รูปที่ 4.13 ลักษณะการเผาไหม้เมื่อใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิง

รูปที่ 4.14 ลักษณะน้ำมันปาล์มที่หยดออกมาจากปลายท่อห้องเผาไหม้

4.4.1 การทดสอบกับน้ำมันปาล์มที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตร (กระเปาะตวงเชื้อเพลิงอยู่ระดับเดียวกับหัวฉีด)

เกิดการเผาไหม้ที่ดีและมีระบบอุ่นเชื้อเพลิงมีความเสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศ ลักษณะเปลวไฟที่ได้ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1067 kg/s และเปิดวาล์วเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 0.000124 kg/s เป็นเปลวไฟสีฟ้าอมน้ำเงินสว่างลอยตัวอยู่ในส่วนกำเนิดไฟ ปรากฏควันออกมาให้เห็นเพียงเล็กน้อย และละอองน้ำมันปาล์มที่เผาไหม้ไม่หมดออกมากับก๊าซร้อนเพียงเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

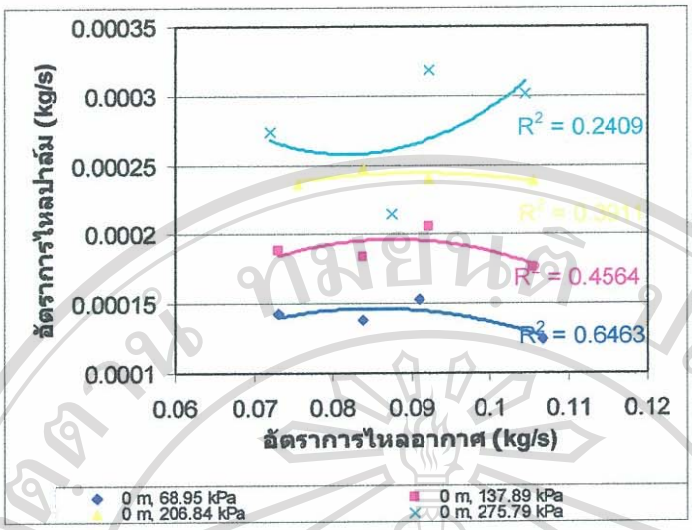


รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศที่ไซฟอน 0 เมตร

จากรูปที่ 4.15 ที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตร ผลการทดสอบเมื่อลองปรับลดปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศลงจาก 0.1067 kg/s ไปสู่ 0.0721 kg/s พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย สภาวะที่เปิดอากาศสุด อุณหภูมิก๊าซร้อนอยู่ในช่วงประมาณ 354-645^{0}C และอุณหภูมิน้ำมันปาล์มอยู่ในช่วง 90-110^{0}C

โดยที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 275.79 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.072-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิสูงที่สุดคือ 554-650^{0}C ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 206.84 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.075-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 520-553^{0}C ในขณะที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 137.89 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.073-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 465-550^{0}C และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 68.95 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.073-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 350-470^{0}C ซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa 137.89 kPa และ 275.79 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.94 kPa ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ไม่เสถียร ทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน จึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่อากาศได้มากและสม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.16 การเปรียบเทียบของอัตราการไหลน้ำมันปาล์มกับอัตราการไหลอากาศที่ไซฟอน 0 เมตร

จากรูป 4.16 ที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตรเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว จะเห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ความดันอากาศช่วยค่าต่างๆ มีค่าไม่คงที่ต่อการปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ อีกทั้งความดันในห้องเผาไหม้มีการแปรเปลี่ยนทุกสภาวะการทำงาน

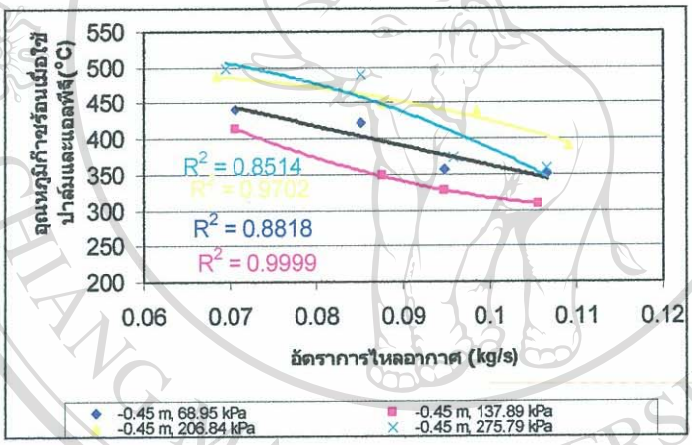
ที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa จะให้อัตราการไหลน้ำมันปาล์มต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ามากที่สุดคือ มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00027-0.00032 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.072-0.11 kg/s และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.84 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ารองลงมาคือ มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00023-0.00025 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.075-0.11 kg/s ส่วนที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00017-0.00022 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.07-0.11 kg/s ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa จะให้อัตราการไหลน้ำมันปาล์มต่ออัตราการไหลอากาศมีค่าต่ำที่สุดคือ มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00013-0.00016 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.07-0.11 kg/s สาเหตุเกี่ยวข้องกับแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ต่ำ ทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่ำจึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันปาล์มมาแทนที่อากาศได้มากพอ ซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa 137.89 kPa และ 206.84 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ไม่เสถียร ทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน จึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาแทนที่อากาศได้มากและสม่ำเสมอ จะเกิดที่สภาวะอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00027-0.00032 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.072-0.11 kg/s แต่ช่วงอุณหภูมิก๊าซร้อนยังคงมีค่าสูงที่ 350-650^{0}C ห้องเผาไหม้จึงยังให้แนวโน้มของอุณหภูมิเมื่อปรับเปลี่ยนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดและอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มที่สูงต่อเนื่องสม่ำเสมอ

4.4.2 การทดสอบกับน้ำมันปาล์มที่ระดับความสูงไซฟอน -0.45 เมตร

เกิดการเผาไหม้ที่ดีและมีระบบอุ่นเชื้อเพลิงมีความเสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศ ลักษณะเปลวไฟที่ได้ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1067 kg/s และเปิดวาล์วเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหล 0.000124 kg/s เป็นเปลวไฟสีฟ้าอมน้ำเงินสว่างลอยตัวอยู่ในส่วนกำเนิดไฟ ปรากฏควันออกมาให้เห็นเพียงเล็กน้อย และละอองน้ำมันปาล์มที่เผาไหม้ไม่หมดออกมากับก๊าซร้อนเพียงเล็กน้อย



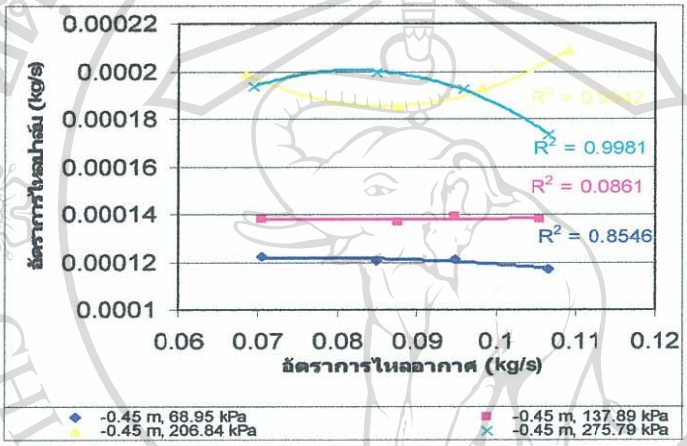
รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศที่ไซฟอน -0.45 เมตร

จากรูปที่ 4.17 ที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตร ผลการทดสอบเมื่อลองปรับลดปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศลงจาก 0.10 kg/s ไปสู่ 0.06 kg/s พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย สภาวะที่เปิดอากาศสุด อุณหภูมิก๊าซร้อนอยู่ในช่วงประมาณ 308-498^{0}C และอุณหภูมิน้ำมันปาล์มอยู่ในช่วง 90-110^{0}C

โดยที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 275.79 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.07-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิสูงที่สุดคือ 348-505^{0}C ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 206.84 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.067-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 395-496^{0}C ในขณะที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 68.95 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.07-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 350-448^{0}C และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ 137.89 kPa มีอัตราการไหลอากาศเข้าห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 0.07-0.11 kg/s และสามารถผลิตก๊าซร้อนในช่วงอุณหภูมิ 303-405^{0}C ซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.94 kPa และ 275.79 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa และ 137.89 kPa ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ไม่เสถียร ทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน จึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่อากาศได้มากและสม่ำเสมอ



รูปที่ 4.18 การเปรียบเทียบของอัตราการไหลน้ำมันปาล์มกับอัตราการไหลอากาศที่ไซฟอน -0.45 เมตร

จากรูป 4.18 ที่ระดับความสูงไซฟอน -0.45 เมตรเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว จะเห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ความดันอากาศช่วยค่าต่างๆ มีค่าไม่คงที่ต่อการปรับปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศ อีกทั้งความดันในห้องเผาไหม้มีการแปรเปลี่ยนทุกสภาวะการทำงาน

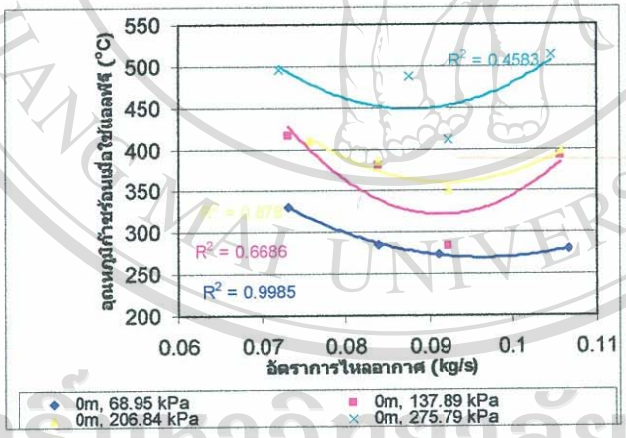
ที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.84 kPa จะให้อัตราการไหลน้ำมันปาล์มต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ามากที่สุดคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00018-0.00021 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.068-0.11 kg/s และที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 275.79 kPa จะให้อัตราการไหลดีเซลต่ออัตราการไหลอากาศมีค่ารองลงมาคือมีค่าอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00017-0.00019 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.07-0.11 kg/s ส่วนที่แรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 137.89 kPa มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00013-0.00014 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.07-0.11 kg/s ส่วนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa จะให้อัตราการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไหลน้ำมันปาล์มต่ออัตราการไหลอากาศมีค่าต่ำที่สุดคือ มีค่าอัตราการไหลของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ช่วง 0.00011-0.00012 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.07-0.11 kg/s สาเหตุเกี่ยวข้องกับแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ต่ำ ทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่ำจึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันปาล์มมาแทนที่อากาศได้มากพอ ซึ่งกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 68.95 kPa และ 137.89 kPa มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนกราฟแรงดันอากาศช่วยหัวฉีด 206.84 และ 275.79 kPa ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดที่ไม่เสถียร ทำให้พลังงานจลน์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน จึงไม่สามารถให้ความเร็วขาออกที่สามารถดึงน้ำมันมาแทนที่อากาศได้มากและสม่ำเสมอ จะเกิดที่สภาวะอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มอยู่ที่ช่วง 0.00017-0.00021 kg/s ต่ออัตราการไหลอากาศอยู่ที่ช่วง 0.068-0.11 kg/s แต่ช่วงอุณหภูมิก๊าซร้อนยังคงมีค่าสูงที่ 348-505^{0}C ห้องเผาไหม้จึงยังให้แนวโน้มของอุณหภูมิเมื่อปรับเปลี่ยนแรงดันอากาศช่วยหัวฉีดและอัตราการไหลของน้ำมันปาล์มที่สูงต่อเนื่องสม่ำเสมอ

4.4.3 การทดสอบกับก๊าซหุงต้มที่แรงดัน 6.8 kPa

เกิดการเผาไหม้ที่ดีและมีความเสถียรต่อการปรับปริมาณอากาศ ลักษณะเปลวไฟที่ได้ขณะเปิดเครื่องอัดอากาศมากที่สุด 0.1067 kg/s และเปิดวาล์วก๊าซด้วยอัตราการไหล 0.000489 kg/s เป็นเปลวไฟสีฟ้าอมน้ำเงินสว่างลอยตัวอยู่ในส่วนกำเนิดไฟ ไม่ปรากฏควันออกมาให้เห็น



รูปที่ 4.19 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศที่ไซฟอน 0 เมตร

จากรูปที่ 4.19 ผลการทดสอบเมื่อลองปรับลดปริมาณอากาศจากโบล์วเวอร์เป่าอากาศลงจาก 0.1067 kg/s ไปสู่ 0.0721 kg/s พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย สภาวะที่เปิดอากาศสุด อุณหภูมิก๊าซร้อน อยู่ในช่วงประมาณ 273-513^{0}C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.20 การควบคุมแรงดันก๊าซด้วยเรกูเลเตอร์

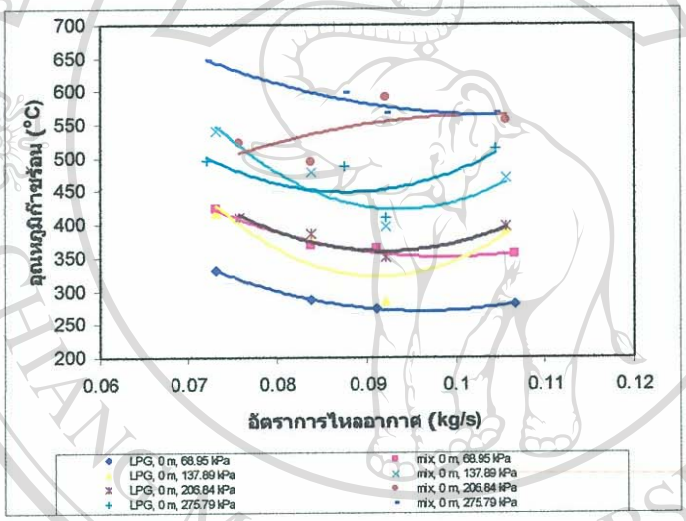
รูปที่ 4.21 เปลวไฟเริ่มต้นจากการใช้ก๊าซหุงต้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.20 ในการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงช่วยเผาน้ำมันปาล์ม นั้นจำเป็นต้องควบคุมแรงดันก๊าซ ที่แรงดันใช้งาน 6.8 kPa ด้วยเรกูเลเตอร์ และรูปที่ 4.21 แสดงให้เห็นเปลวไฟเริ่มต้นก่อนที่จะปรับแรงดันก๊าซหุงต้มมาอยู่ที่ภาวะใช้งาน (6.8 kPa) จะต้องอาศัยวิธีปฏิบัติการดังนี้

- เปิดวาล์วถังก๊าซหุงต้ม
- เปิดเรกูเลเตอร์ตำแหน่งทำงาน
- เปิดวาล์วหัวจ่ายก๊าซช่วยเผาไหม้เริ่มต้น
- กดสวิทซ์จุดระเบิด
- หลังจากจุดระเบิดติดแล้วให้เปิดโบล์วเวอร์ตำแหน่งเปิดสุด
- ควบคุมแรงดันก๊าซ ที่แรงดันใช้งาน 6.8 kPa ด้วยเรกูเลเตอร์

4.4.4 การทดสอบกับก๊าซหุงต้มที่แรงดัน 6.8 kPa เทียบกับน้ำมันปาล์มที่ระดับความสูงไซฟอน 0 เมตร

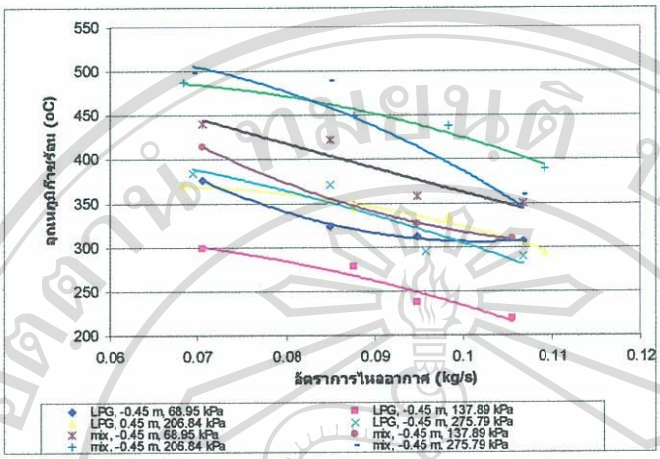


รูปที่ 4.22 ผลการทดสอบอุณหภูมิก๊าซร้อนกับปริมาณอากาศเมื่อใช้ก๊าซหุงต้มช่วยเผาไหม้

จากรูปที่ 4.22 อุณหภูมิก๊าซร้อนเริ่มต้นอยู่ในช่วง 273-513^{0}C เมื่อทำการจ่ายน้ำมันปาล์มเผาไหม้ด้วยทำให้อุณหภูมิก๊าซร้อนสูงขึ้นอยู่ในช่วง 354-645^{0}C พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย ที่สภาวะอัตราการไหลอากาศช่วงทดสอบ 0.006-0.11 kg/s

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.5 การทดสอบกับก๊าซหุงต้มที่แรงดัน 6.8 kPa เทียบกับน้ำมันปาล์มที่ระดับความสูงไซฟอน -0.45 เมตร



รูปที่ 4.23 การเปรียบเทียบของอัตราการไหลน้ำมันปาล์มกับอัตราการไหลอากาศที่ไซฟอน -0.45 เมตร

จากรูปที่ 4.23 อุณหภูมิก๊าซร้อนเริ่มต้นอยู่ในช่วง 218-384^{0}C เมื่อทำการจ่ายน้ำมันปาล์มเผาไหม้ด้วยทำให้อุณหภูมิก๊าซร้อนสูงขึ้นอยู่ในช่วง 308-498^{0}C พบว่า อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ความดันอากาศช่วย ที่สภาวะอัตราการไหลอากาศช่วงทดสอบ 0.006-0.11 kg/s

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved