

การพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

The Development of Fuel Distillation from reused oil

คมสันต์ เงินอยู่

Komsan Ngoenyu

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องกลั่น น้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่น น้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมัน เครื่องที่ใช้แล้ว และเพื่อทดสอบหาคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านจากขบวนการกลั่น

การดำเนินงานวิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้ ศึกษาการพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว ศึกษา ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่น มาตรฐานน้ำมันดีเซลและมาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซล (B3)

ศึกษาขบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง จากนั้นพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว ประกอบด้วย หม้อต้ม และหอกลั่นลำดับส่วน ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว โดยมีกำลังผลิต น้ำมันเชื้อเพลิงได้ไม่น้อยกว่า 2.5 ลิตร/ชั่วโมง และนำน้ำมันเชื้อเพลิงไปหาคุณสมบัติทางเคมีเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำมัน ไบโอดีเซล (B3)

ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วสามารถผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงได้ 2.53 ลิตร/ ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 370 °C เป็นตามสมมติฐาน และผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ได้จากขบวนการกลั่น ทั้ง 3 รายการ ปรากฏว่า ค่าความถ่วงจำเพาะมีค่า 0.8210 , ค่าความหนืด มีค่า 4.072 และ จุดวาบไฟ มีค่า 62 °C อยู่ใน เกณฑ์มาตรฐานกำหนด และค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงที่อัตราการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 2.53 ลิตร/ชั่วโมง คิดค่า ไฟฟ้า 12 บาท

ABSTRACT

The objectives of research were to develop distiller machine from reclude oil, to determine efficiency of distiller machine from reused oil and to test quality fuel from the distillation process.

Methodologies of research were as follow: preliminary study the development distiller machine fuel from reused oil. Study information about lubricant oil, diesel oil standard and Bio-diesel oil (B3) standard. Study a fuel distillation process and also development of fuel Distillation from reused oil respectively. The Distillation fuel from reused oil consists of Boiler and Distiller Tower. The efficiency of a Distillation fuel from reused oil has power product more than 2.5 liter/hr, Result of fuel form Distillation conduct to test the property chemical compare Bio-diesel oil (B3) standard.

Research result were : efficiency of a Distillation fuel from reused oil was 2.53 liter/hr at 370 °C, according to the assumption, three results o f analysis property chemical form Distillation show as follows : specific gravity was 0.821 , viscosity was 4.072 and flash point was 62 °C on the criterion standard. Also it took 12 baths for electricity consumption of distillation at rate 2.53 liter/hr.

Keyword : Distillation process, Boiler and distiller tower

e-mail address : ksan-ng@hotmail.com

คำนำ

แหล่งพลังงานที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ประกอบด้วย แหล่งพลังงานหลายประเภท เช่น ถ่านหิน ไม้ ลิกไนต์ ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซชีวภาพ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานความร้อน พลังงานความร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ และน้ำมันดิบ เหล่านี้ล้วนเป็นพลังงานที่มนุษย์ใช้ในการดำรงชีวิต น้ำมันดิบเป็นแหล่งพลังงานหลัก ซึ่งมีแนวโน้มอาจหมดลงในอนาคต โดยน้ำมันดิบต้องผ่านกระบวนการกลั่นและถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่อง สภาวะการณ์ในสังคมปัจจุบัน น้ำมันดิบยังขาดแคลนและราคาสูงขึ้นตามลำดับ โดยส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของสังคมมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งประเทศไทยได้มีการผลิตน้ำมันสำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ ขึ้นเพื่อใช้ในด้านต่าง ๆ จากโรงกลั่นน้ำมันและโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ในเดือนมกราคม 2554 ยังคงมีการผลิตน้ำมันดีเซลในสัดส่วนร้อยละ 46.0 ของการผลิตน้ำมันสำเร็จรูปทั้งหมด น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในปริมาณมากที่สุด ในจำนวนของน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูปด้วยเหตุที่ต้องนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่งคมนาคม ภาคเกษตรกรรม ภาคธุรกิจการค้า และครัวเรือน ล้วนมีความจำเป็นทั้งสิ้นที่ต้องใช้ทรัพยากรน้ำมัน จากการใช้ที่ต้องใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ และในเครื่องยนต์ต้องมีการหล่อลื่นเครื่องยนต์ทำให้ต้องใช้ น้ำมันหล่อลื่นอีกทางหนึ่งด้วย

ผู้วิจัยจึงได้คิดค้นเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยผ่านกระบวนการกลั่นน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว เป็นแบบหอกลั่นแบบลำดับส่วนใช้ความร้อนจากไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน ขบวนการกลั่นสามารถควบคุมอุณหภูมิในหอกลั่นแต่ละส่วนให้คงที่ หลังการกลั่นน้ำมันเครื่องจะได้น้ำมันดีเซลที่ใช้กับเครื่องยนต์การเกษตร เพื่อเป็นพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศ ลดการนำเข้าของพลังงานรวมทั้งลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ในเวลาเดียวกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง จากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง จากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว
3. เพื่อทดสอบหาคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านจากขบวนการกลั่น

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตการศึกษาไว้ดังนี้

1. ทำการออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง จากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว ขนาดการผลิต 2.5 ลิตร/ชั่วโมง จำนวน 1 เครื่อง
2. ใช้น้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วเป็นวัตถุดิบในการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง
3. ใช้ฮีตเตอร์ให้ความร้อนสำหรับกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง
4. อุณหภูมิที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่าง 340 – 380 °C
5. ทดสอบหาคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านจากขบวนการกลั่น

ตัวแปรในงานวิจัย

1. ตัวแปรต้น (Independent variable)

1.1 เครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

2. ตัวแปรตาม (Dependent variable)

2.1 ประสิทธิภาพของ เครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

2.2 คุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากขบวนการกลั่นตามอุณหภูมิ

สมมติฐานของงานวิจัย

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วผลิตน้ำมันดีเซลได้ที่ระดับ

2.5 ลิตร/ชั่วโมง

2. คุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านขบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงมีคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิง

ดีเซล B3

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว จำเป็นต้องศึกษาด้านน้ำมันเครื่องที่ผ่าน ขบวนการใช้งานมาแล้วตามอายุการใช้งานในเครื่องยนต์ นำมาให้ความร้อนโดยก๊าซฮีตเตอร์ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้า ทำให้ภาชนะ ที่เป็นโลหะสำหรับต้มน้ำมันเครื่องที่ใช้งานแล้วและสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ เมื่อผ่านขบวนการให้ความร้อน ณ อุณหภูมิ หนึ่ง น้ำมันจะระเหยกลายเป็นไอ ผ่านท่อ ซึ่งเกิดการควบแน่นโดยน้ำ ในการควบแน่นสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำ ได้ เมื่อผ่านขั้นตอนจะได้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทางการเกษตรผู้จัดทำได้ศึกษาเอกสารและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องเป็นหัวข้อดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบของน้ำมันหล่อลื่น
2. ทฤษฎีองค์ประกอบของน้ำมันดีเซล
3. ทฤษฎีน้ำมันไบโอดีเซล
4. ทฤษฎีการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง
5. ทฤษฎีการออกแบบและการคำนวณ
6. ทฤษฎีทางสถิติการวิจัย
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว ผู้ทำการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการศึกษาถึงขั้นตอน การดำเนินการศึกษา ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วโดยมี รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังนี้

เครื่องมือในการวิจัย

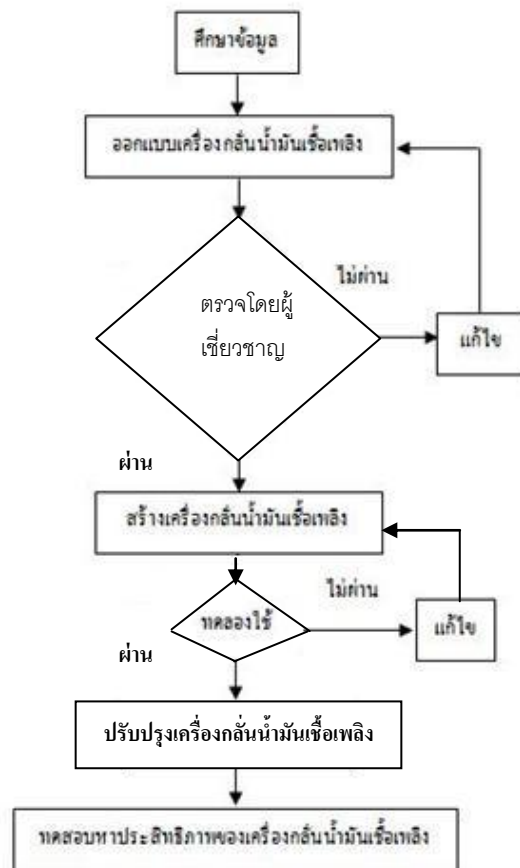
เครื่องมือในการศึกษาแสดงรายละเอียดดังนี้

1. ออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว



รูปที่ 1 เครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

การพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลต่างๆของข้อมูลที่ได้มาได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพจากการทดลองเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วตามเกณฑ์ต่างๆ ในการประเมินแสดงตามตารางดังต่อไปนี้
ค่าเฉลี่ย \bar{x} ในการประเมินใช้สูตรดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

\bar{X} = ค่าเฉลี่ย

$\sum_{i=1}^n$ = ผลรวมของข้อมูล

N = จำนวนครั้งในการทดสอบ

ผลการศึกษา

1. การวิเคราะห์ห้วงวนการทดลอง

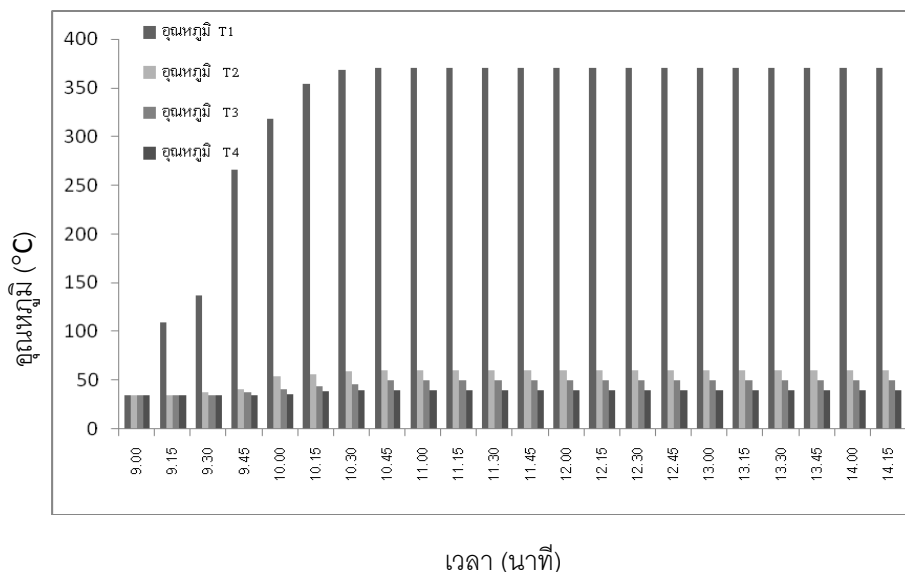
จากการทดลองเครื่องกลั่นน้ำมันจำนวน 3 ครั้ง พบว่า ใช้เวลา 7.15 ชั่วโมง ได้น้ำมันเชื้อเพลิง 18.10 ลิตรสรุปว่า ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมัน เครื่องที่ใช้แล้ว คือ 2.53 ลิตร/ชั่วโมง)

เวลา	อุณหภูมิหม้อต้ม T ₁	อุณหภูมิหอกลั่น ที่ 1 T ₂	อุณหภูมิหอกลั่น ที่ 2 T ₃	อุณหภูมิหอกลั่น ที่ 3 T ₄	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)
10.45	370	60	50	40	18.10
ค่าเฉลี่ยน้ำมันเชื้อเพลิง		60	50	40	2.53

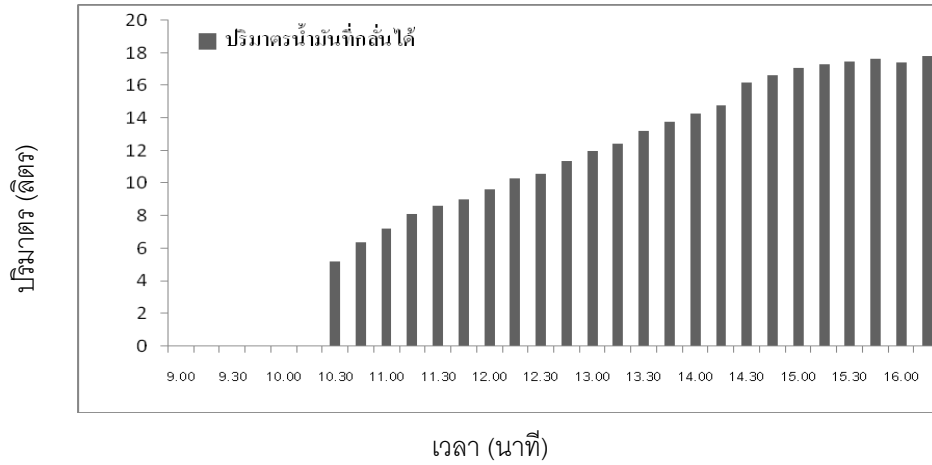
ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำมัน เชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

สรุปผลของการกลั่น ครั้งที่ 3

การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว พบว่า ในช่วงอุณหภูมิ 370°C สามารถกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปริมาณมากที่สุด อุณหภูมิภายในถังต้มกลั่นสูงสุด 370 องศา ที่เวลา 10.45 นาฬิกา อุณหภูมิหอกลั่นชั้นที่ 1 สูงสุด 60 องศา ที่เวลา 10.45 นาฬิกา อุณหภูมิหอกลั่นชั้นที่ 2 สูงสุด 50 องศา เวลา 10.45 นาฬิกา อุณหภูมิหอกลั่นชั้นที่ 3 สูงสุด 40 องศา ที่เวลา 10.30 นาฬิกา ใช้เวลาในการกลั่น 7 ชั่วโมง 15 นาที น้ำมันที่ได้ในการกลั่น 17.80 ลิตร



กราฟที่ 1 แสดงอุณหภูมิถึงแควดล้อม T₁, T₂, T₃, T₄



กราฟที่ 2 แสดงปริมาณของน้ำมันที่กลั่นได้

การวิเคราะห์คุณภาพด้านความถ่วงจำเพาะ

การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันที่ได้จากการกลั่น ด้านความถ่วงจำเพาะ จากทดลองค่าความถ่วงจำเพาะ มีค่า 0.8210 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 1298 ที่มีค่า 0.81-0.87



รูปที่ 3 การวัดค่าความถ่วงจำเพาะ

รายการคุณสมบัติที่วิเคราะห์ทดสอบ	วิธีการทดสอบ	เกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล
1. ความถ่วงจำเพาะ ณ ที่อุณหภูมิ 60°F	ASTM D 1298	0.81 – 0.87
2. ความหนืด ณ ที่อุณหภูมิ 40°C	ASTM C 445	1.8 – 4.1
3. จุดวาบไฟ °C	ASTM D 93	ไม่ต่ำกว่า 52

	หน่วย	ผลที่ได้
น้ำมันตัวอย่าง	MI	น้ำมันดีเซล
Density	g/cm ³	0.8210
Specific Gravity		0.8210
Deg. API Gravity at 60°F		12.180

ตารางที่ 3 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่ามาตรฐาน

การวิเคราะห์คุณภาพความหนืด

จากการทดลองที่การควบคุม อุณหภูมิที่ 40 °C ค่าความหนืดที่วัดได้ มีค่า 4.072 cst. เปรียบเทียบกับมาตรฐาน ASTM D 445-88 ค่าความหนืดที่วัดได้ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งเป็นค่าความหนืดของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 1.8-4.1



รูปที่ 4 การหาค่า Kinematic Viscosity

การทดลอง	หน่วย	1	2	3	4	5	6	ค่าเฉลี่ย
Flowing Time	Sec	508.9	509.8	508.8	508.5	510.2	508.7	509.15
App. Constant	cSt/s	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Kinematic Viscosity	cSt	4.071	4.078	4.070	4.068	4.081	4.069	4.072
Density at 20°C	g/ml	0.871	0.871	0.871	0.871	0.871	0.871	0.871
Dynamic viscosity	cp	3.545	3.551	3.544	3.543	3.554	3.544	3.546

ตารางที่ 4 ค่าความหนืด และ ค่ามาตรฐาน

การวิเคราะห์จุดวาบไฟ

การแสดงผลของค่าจุดวาบไฟ สอดคล้องกับการทดสอบของ Pensky–Martens Closed Cup Tester ตามมาตรฐาน ASTM D 93 ซึ่งกำหนดคุณสมบัติจุดวาบไฟมากกว่า 52 °C) โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่า 62 °C



ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
จุดวาบไฟ(°C)	62	63	62	63	62	62	62

ตารางที่ 5 ผลของจุดวาบไฟ

รูปที่ 5 การหาค่าจุดวาบไฟ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1 สรุปผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

ผลวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว ในช่วงอุณหภูมิ 370 °C สามารถกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปริมาณมากที่สุด อุณหภูมิภายในถังต้มกลั่นสูงสุด 370 °C ที่เวลา 10.45 นาฬิกา อุณหภูมิหอกลั่นชั้นที่ 1 สูงสุด 60 °C ที่เวลา 10.45 นาฬิกา อุณหภูมิหอกลั่นชั้นที่ 2 สูงสุด 50 °C เวลา 10.45 นาฬิกา อุณหภูมิหอกลั่นชั้นที่ 3 สูงสุด 40 °C ที่เวลา 10.30 นาฬิกา ใช้เวลาในการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงที่เวลา 7 ชั่วโมง 15 นาที ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ในการกลั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 17.80 ลิตร จะเห็นได้ว่าในช่วงอุณหภูมิ 370 °C มีความเหมาะสมสำหรับการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว จะได้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดที่ปริมาณ 2.53 ลิตร/ชั่วโมง สำหรับค่าใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงที่อัตราการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง 2.53 ลิตร/ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฟฟ้า 12 บาท

2 สรุปผลการทดสอบหาคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านจากขบวนการกลั่น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองหาคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ได้จากเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วจำนวน 3 รายการคือ หาคุณสมบัติค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) หาคุณสมบัติค่าความหนืด (Kinematic-viscosity) หาคุณสมบัติจุดวาบไฟ (Flash Point) สรุปผลการวิจัยดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) มีค่าเท่ากับ 0.8210 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การวัดค่าความหนืด Kinematic viscosity (γ) โดยใช้ Viscometer แบบ lutene size No.75 ตามมาตรฐาน ASTM D 445 – 88 ของน้ำมัน Bio – Diesel ได้ค่าเท่ากับ 4.072 cSt ซึ่งคำนวณมาได้จาก $\gamma = c(t)$ และนำมาคำนวณหาค่า Dynamic viscosity (η) ได้เท่ากับ 3.546 cp โดยคำนวณมาจาก $\eta = \gamma \rho$ โดยควบคุมตลอดการทดลองที่ 40 °C ซึ่งค่าที่ได้มีค่าซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าจุดวาบไฟ สามารถหาค่า Flash Point โดย Pensky – Martens Closed cup tester ตามมาตรฐาน ASTM D 93 ของน้ำมันไบโอดีเซล ที่ 1 บรรยากาศได้ ค่า Flash Point (°C) โดยเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 62°C เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 93

ข้อเสนอแนะ

1. หม้อต้ม และหอกลั่น ควรให้มีขนาดลดลงเพื่อลดค่ากำลังของไฟฟ้า
2. การออกแบบภายในหอกลั่นลำดับส่วนแต่ละชั้นควรให้มีขนาดเล็กลง เพื่อทำให้เกิดการควบแน่นเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่กลั่นได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กนต์ธร, ชำนิประศาสน์. รายงานการวิจัยการศึกษาและพัฒนาเครื่องกลั่นเอทานอลโดยใช้พลังงานความร้อนจาก **เครื่องยนต์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2551.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. **สรุปสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยเดือน มกราคม**. 2554. <http://www.dede.go.th>

กฤษณะ แก้วมณี. การศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องกลั่นเอทานอลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วย **พลังงานแสงอาทิตย์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2549.

กานดา พูนลาภทวี. **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : พิสิษฐ์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2530.

จารุวัฒน์ เจริญจิต. การเลือกขนาดตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในการกลั่นเอทานอล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภูมิกาย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546.

ชนะ กลีภา. **กลศาสตร์ของแข็ง**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด. 2537.

ชวตส์ รุ่งเรืองศิลป์. **น้ำมัน**. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ : 2533.

ไตรภพ อินทุโส และคณะ. **เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น**. กรุงเทพฯ : พิสิษฐ์เซ็นเตอร์, 2547.

ทำนอง จันทิมา. **การออกแบบ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2537.

บุญมี จันปัญญา. **การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้ว**.

ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

ประเสริฐ เทียนมิตร และคณะ. **เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2536.

พัชรินทร์ ศีลวัตรพงศกุล. **การพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากสารหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานสำหรับ**

เครื่องยนต์ดีเซล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2551.

พัชรินทร์ ศีลวัตรพงศกุล. **เครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากสารหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล**.

สถาบันเทคโนโลยีวิทยาเขตตาก, 2546.

ไพบุลย์ สอนพันธุ์. **การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจากน้ำมันเครื่องที่ผ่านการ ใช้งานแล้ว**.

ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

มานพ ตันตระบัณฑิต. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล**, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น), 2545.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **หลักการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

วัชรีย์ ปิ่นทอง. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด, 2547.

สามารถ บุญอาจ. **การพัฒนาเครื่องกลั่นเอทานอลสำหรับเครื่องยนต์ทางการเกษตรแบบติดตั้งประจำที่**.

วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2552.

บรรณานุกรม (ต่อ)

น.อ. สมัย ใจอินทร์. งานวิจัยและพัฒนาน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลของกองทัพ. กรมอู่ทหารเรือ. 2549.

เอกสิทธิ์ คงเจริญ. การพัฒนาระบบการผลิตเชื้อเพลิงดีเซลชีวภาพใช้เอทานอล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2548.

ภาษาอังกฤษ

American Society for testing Material (ASTM) : D 93, “Standard Test Method for Flash Point by
Pensky – Marten Close tester”

American Society for testing Material (ASTM) : D 189, “Standard Test Method for Conradson Carbon
Residue of Petroleum Products”

American Society for testing Material (ASTM) : D 86 - 90, “Standard Test Method for Distillation of
Petroleum Products”

American Society for testing Material (ASTM) : D 1298, “Standard Test Method for Density, Relative
Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by
Hydrometer Method”

American Society for testing Material (ASTM) : D 445 - 88, “Standard Test Method for Kinematic Viscosity
of Transparent and Opaque Liquid (and the calculation of Dyanmic Viscosity)”

Douglad C. Montgomcry, George C. Runger, and Norma F. Habele , 1998, Engineering Statistics, John Wiley &
Sons, Inc, p3.

