สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเสีย ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

Study on Utilization of Waste from Production Process of Bio-diesel

นายโกสินทร์ ศรีแสงแก้ว
นายศิริชัย ไคชุนทด
นายสนธิ พยัคฆพันธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

วศ.
ก 9667
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72259
วัน,เดือน,ปี 12 มิ.ย. 2550

.b 11765817
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเสีย
ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

Study on Utilization of Waste from Production Process of Bio-diesel

โดย

นายโกสินทร์ ศรีแสงแก้ว

นายศิริชัย ไคขุนทด

นายฉานชิ พยัคฆพันธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเสียในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

Study on Utilization of Waste from Production Process of Bio-diesel

ผู้จัดทำ

1.นายโกสินทร์ ศรีแสงแก้ว 47015474

2. นายศิริชัย ไดขุนทด 47015505

3.นายสนธิ พยัคฆพันธ์ 47015508

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร วัชระ เพิ่มชาติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเสียในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

นายโกสินทร์ ศรีแสงแก้ว 47015474
นาย ศิริชัย ไคขุนทด 47015505
นาย สนธิ พยัคฆพันธ์ 47015508
ผศ.ดร วัชระ เพิ่มชาติ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกลีเซอรีนจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากของเสีย เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน ซึ่งก็จะเป็นการช่วยประหยัดพลังงาน จากการศึกษาคุณสมบัติของกลีเซอรีนสามารถจำแนกชนิดของกลีเซอรีนได้เป็น 2 ชนิด คือ กลีเซอรีนเหลวและกลีเซอรีนแข็ง ซึ่งค่าที่ได้เป็นดังนี้ ค่าความหนาแน่นของกลีเซอรีนเหลวและแข็งเท่ากับ 972 kg/m³ และ 1.534 kg/m³ ตามลำดับ , ค่าความหนืดของกลีเซอรีนเหลวเท่ากับ 8.84 cSt , ค่า ความเป็นกรด-ด่างของกลีเซอรีนเหลวและแข็งเท่ากับ 5 และ 10 ตามลำดับ และค่าความร้อนของกลีเซอรีนเหลวเท่ากับ 6,048 cal/g ในส่วนการใช้ประโยชน์จากกลีเซอรีน ได้แก่ 1)ใช้ทำเทียนใช้ โดยใช้ผสมกับขี้ผึ้งพาราฟินที่ทำการศึกษาทดลองที่บริษัทอินเตอร์ยูเนี่ยนคอสเมติก จ.ราชบุรี ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ กลีเซอรีน 30 % ซึ่งสามารถลดต้นทุนการทำเทียนไขได้ประมาณ 21 บาท/กิโลกรัม และนำกลีเซอรีนมาผสมกับน้ำมันเตาเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมบริษัทที่ทำการทดลอง คือ บริษัท สินธานี จ. สมุทรปราการ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ กลีเซอรีนเหลว 20 % ซึ่งสามารถทำให้ลดต้นทุนในการใช้เชื้อเพลิงได้ประมาณ 1.25 บาท/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on Utilization of Waste from Production Process of Bio-diesel

Mr. Kosin Srisangkaew

Mr. Sirichai Kaikhuntod

Mr. Sonti Payakkaphan

Asst.Prof. Dr. Watchara Permchart Advisor

ABSTRACT

This project is aimed to study the physical and chemical properties of waste from production of bio-diesel. In this study, glycerin can be sub-divided into two types : liquid and solid glycerin. From the analyses of glycerin's properties, it can be found that, the density of liquid and solid glycerin were 972 kg/m^3 and 1.534 kg/m^3, respectively, meanwhile the viscosity of liquid glyeerin was found to be 8.84 cSt. Besides, the pH value of liquid and solid glycerin were found to be 5 and 10, respectively whereas the calorific value of liquid glycerin was about 6,048 Cal/g. Utilization of glycerin are generally be made the soap. Besides, glycerin can be mixed with paraffin to make the candle. By the collaboration with Inter-union Cosmatics Co., Ltd, this experiments were done. The results showed that the mixing ration between glycerin and paraffin was the maximum value of 30%. With this mixing ratio, the cost can be reduced about 21 baht/kilogrum. Another experiments were done at Sintanee Industry Co., Ltd. by using the liquid glycerin blended with fuel oil for using as the fuel in the combustor. The mixing ratio was found to be not over 20%. With this mixing ratio, the cost can be reduced about 1.25 baht/litre.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ทุกท่านผู้มีส่วนร่วม และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

ผศ.ดร. วัชระ เพิ่มชาติ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยเหลือ และให้คำแนะนำ ในการทำโครงงานนี้มาโดยตลอด ทั้งยังเป็นธุระช่วยหาซื้อเมล็ดพืชให้ด้วย ร่วมทั้งช่วยตรวจแก้ไขโครงงานทำให้โครงงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

รศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ ให้ความสะดวกใช้สถานทดสอบโครงงาน และตู้อบไฟฟ้า และ รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ ให้ความสะดวกยืมใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก และ ที่ให้ความสะดวกในการเก็บข้อมูลจึงสามารถทำโครงงานนี้ให้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณรัชดาภรณ์ แก้วกล่ำ (พี่สัน) ที่ช่วยให้คำแนะนำ ในการทำโครงงาน และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานนี้

ครูอาจารย์ เจ้าหน้าที่ประจำ Shop และ เจ้าหน้าที่ฝ่ายธุรการทุกท่านที่ทำให้กรุณาให้ความช่วยเหลือด่าง ๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือโครงงานเป็นอย่างดี

สุดท้ายคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพยิ่ง ที่ได้เลี้ยงดูเป็นอย่างดี และยังให้โอกาสได้ศึกษาอย่างเต็มที่ รวมทั้งเป็นกำลังใจ เสมอมา ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นาย โกสินทร์ ศรีแสงแก้ว
นาย สนธิ พยัคฆพันธ์
นาย ศิริชัย ไคขุนทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ที่มาของของเสีย	3
2.1.1 ไบโอดีเซล	3
2.2 กลีเซอรีนหรือกลีเซอรอล	9
2.2.1 ประโยชน์ของกลีเซอรีนที่ใช้โดยทั่วไป	11
2.3 น้ำมันเตา (Fuel Oils)	13
2.3.1 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำมันเตา	15
2.3.2 การใช้งานน้ำมันเตา	17
2.4 คุณสมบัติทางกายภาพของกลีเซอรีน	19
2.4.1 ความหนาแน่น (Density)	19
2.4.2 ความหนืด (Viscosity)	21
2.4.3 ความเป็นกรด เบส หรือค่า pH	23
2.4.4 ความร้อน (Heating Value)	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 การทดลองหาค่าความหนาแน่น (Density)	27
3.2 การทดลองหาค่าความหนืด (Viscosity)	32
3.3 การทดลองหาค่าความเป็นกรด – เบส หรือค่า pH	35
3.4 การทดลองหาค่าความร้อน	37
3.5 การทดลองนำกลีเซอรีนเหลวผสมกับน้ำมันเตาเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม	39
3.6 การทดลองหาค่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการละลาย	40
3.7 การทดลองนำกลีเซอรีนผสมกับขี้ผึ้งพาราฟินเพื่อหล่อเป็นเทียนไข	42
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดลองหาค่าความหนาแน่น (Density)	48
4.2 ผลการทดลองหาค่าความหนืด (Viscosity)	48
4.3 ผลการทดลองหาค่าความเป็นกรด – เบส หรือค่า pH	49
4.4 ผลการทดลองหาค่าความร้อน	50
4.5 ผลการทดลองนำกลีเซอรีนผสมกับน้ำมันเตาเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม	50
4.6 ผลการทดลองหาค่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการละลาย	50
4.7 ผล การทดลองนำกลีเซอรีนมาผสมกับขี้ผึ้งพาราฟินเพื่อหล่อเป็นเทียนไข	51
บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล	57
เอกสารอ้างอิง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 แสดงชุดอุปกรณ์ผลิตไบโอดีเซล	5
ภาพที่ 2.2 กลีเซอรีนในลักษณะต่างๆ	9
ภาพที่ 2.3 ขวดที่บรรจุกลีเซอรีน	10
ภาพที่ 2.4 แสดงสบู่จากกลีเซอรีน	12
ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะกลีเซอรีนที่เป็นของเหลว	13
ภาพที่ 2.6 น้ำมันเตา	13
ภาพที่ 3.1 แสดงขวดกลีเซอรีน	28
ภาพที่ 3.2 แสดงขวดน้ำมันเตา	28
ภาพที่ 3.3 แสดงขวดกลีเซอรีนแข็ง	30
ภาพที่ 3.4 แสดงก้อนกลีเซอรีนแข็งที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยม	30
ภาพที่ 3.5 แสดงการชั่งกลีเซอรีนแข็งที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยม	31
ภาพที่ 3.6 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด	32
ภาพที่ 3.7 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด	34
ภาพที่ 3.8 แสดงการปรับตั้งเครื่องทดสอบค่าความหนืด	34
ภาพที่ 3.9 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด	35
ภาพที่ 3.10 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด	35
ภาพที่ 3.11 ลักษณะของแผ่นวัดค่า pH	36
ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงเตาเผาและหัวเบอร์นเนอร์	39
ภาพที่ 3.13 การเทกลีเซอรีนเหลวผสมกับน้ำมันเตา	39
ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงมิเตอร์วัดค่าความร้อนในเตาเผา	41
ภาพที่ 3.15 แสดงลักษณะของเครื่องอบ	41
ภาพที่ 3.16 แสดงกลีเซอรีนแข็ง	42
ภาพที่ 3.17 แสดงขี้ผึ้งพาราฟินหรือเทียนไขบริสุทธิ์	43
ภาพที่ 3.18 แสดงชั่งกลีเซอรีนและพาราฟินในอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้	43
ภาพที่ 3.19 แสดงเครื่องอบ	44
ภาพที่ 3.20 การหล่อเทียนไข	44
ภาพที่ 3.21 เทียนไขที่แกะออกจากบร๊อค	45
ภาพที่ 3.22 การทดลองจุดเทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30 % เปรียบเทียบกับเทียนไขบริสุทธิ์	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่	3.23 เครื่องมือวัดค่าแสงลักซ์มิเตอร์ (Lux meter)	47
ภาพที่	3.24 วิธีการวัดค่าแสงโดยลักซ์มิเตอร์	48
ภาพที่	4.1 เทียนไขจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100 %	51
ภาพที่	4.2 เทียนไขจากกลีเซอรีน 100 %	51
ภาพที่	4.3 เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 10 % กับขี้ผึ้งพาราฟิน 90 %	52
ภาพที่	4.4 เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 20 % กับขี้ผึ้งพาราฟิน 80 %	52
ภาพที่	4.5 เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30 % กับขี้ผึ้งพาราฟิน 70 %	53
ภาพที่	4.6 การทดลองจุดเทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30 % เปรียบเทียบกับเทียนไขบริสุทธิ์	53
ภาพที่	4.7 ผลการวัดค่าแสงของเทียนไขจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100 %	55
ภาพที่	4.8 ผลการวัดค่าแสงของเทียนไขผสมกลีเซอรีน 30 %	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบมลพิษในไอเสีย	7
ตารางที่ 2.2 การกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเตา	18
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาค่าความหนาแน่น	48
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาค่าความหนืดของกลีเซอรีน	48
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาค่าความหนืดของน้ำมันเตา	49
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่าง	49
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองหาค่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการละลาย	50
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองจุดเทียน	54
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองการวัดค่าแสงของเทียนไข	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันนี้ถ้าพูดถึงพลังงานทดแทน หลายคนทีเดียวที่จะพูดถึง ไบโอดีเซล ซึ่งเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนอีกรูปแบบหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยม และในปัจจุบันนี้ก็ได้มีการส่งเสริมจากภาครัฐให้มีการผลิตเพิ่มมากยิ่งขึ้น เพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล และสนองตามพระราชดำริ โดยการผลิตไบโอดีเซลนั้นสามารถผลิตขึ้นได้โดยใช้วัตถุดิบหลายชนิดด้วยกันไม่ว่าจะเป็น จากปาล์มน้ำมัน ถั่วเหลือง ถั่วลิสง น้ำมันมะพร้าว เมล็ดสบู่ดำ และน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว และในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลก็พบว่า จะมีของเสียที่หลงเหลืออยู่ซึ่งของเสียนั้นก็คือ กลีเซอรีน ซึ่งกลีเซอรีนที่ได้นั้นจะมีทั้งกลีเซอรีนที่เป็นของเหลวและก็กลีเซอรีนที่เป็นของแข็งหรือมีลักษณะเป็นไขนั่นเอง

ซึ่งผู้จัดทำโครงงานนี้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำกลีเซอรีนทั้งที่เป็นของแข็งและที่เป็นของเหลวมาพัฒนาเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยโครงงานนี้ได้รับความสนับสนุนจากบริษัท ปวริศา จำกัด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกลีเซอรีนจากระบวนการผลิตไบโอดีเซล

1.2.2 เพื่อหาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากกลีเซอรีน เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของกลีเซอรีนทั้งทางกายภาพและทางเคมี

คุณสมบัติที่ทำการศึกษาได้แก่

- ค่าความหนาแน่น
- ค่าความหนืด
- ค่าความเป็นกรด - ด่าง
- ค่าความร้อน

1.3.2 ศึกษาทดลองนำกลีเซอรีนจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล มาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน ในเตาเผาและหม้อไอน้ำ ในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 รู้ถึงคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของกลีเซอรีน

1.4.2 พัฒนากลีเซอรีนซึ่งเป็นของเสีย (waste) ที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ที่มาของของเสีย

ของเสียที่ว่านี้ก็ คือ กลีเซอรีน นั่นเอง โดยกลีเซอรีนที่ได้นั้นจะมาจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลซึ่งจะได้กลีเซอรีนมากน้อยเพียงใดนั้นก็จะขึ้นอยู่กับกระบวนการและกรรมวิธีในการผลิตไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล คือ เชื้อเพลิงเหลวซึ่งผลิตได้จากไขมันสัตว์หรือน้ำมันพืช กระบวนการเกิด ไบโอดีเซล คือ การเปลี่ยน น้ำมันพืช ไปเป็นเอสเทอร์ (Esters) กระบวนการนี้เรียกว่า "Transesterification" ของน้ำมันพืชและไขสัตว์โดยที่เมทานอล (Methanol) จะเข้าไปแทนที่กลีเซอรอล โดยมี โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี เปลี่ยนไขมันให้เป็น Methyl Esters และกลีเซอรอล Glycerol ซึ่งเป็นผลพลอยได้

คุณสมบัติของไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติทางกายภาพคล้ายกับน้ำมันดีเซลปกติ แต่ให้การเผาไหม้ที่สะอาดกว่าน้ำมันดีเซลและไอเสียมีคุณภาพดีกว่า ทั้งนี้เพราะมีออกซิเจนอยู่ในไบโอดีเซลทำให้เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซลปกติจึงมีคาร์บอนมอนน็อกไซด์น้อยกว่า และเนื่องจากไม่มีกำมะถันในไบโอดีเซล จึงไม่มีปัญหาเรื่องสารซัลเฟต นอกจากนี้ ยังมีเขม่าคาร์บอนน้อย จึงไม่ทำให้เกิดการอุดตันของระบบไอเสีย และคุณสมบัติที่สำคัญ อีกอย่างหนึ่งคือ เป็นสารหล่อลื่น ช่วยยืดอายุ การใช้งานของเครื่องยนต์

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลแล้วโมเลกุลของไบโอดีเซลจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณ11% จึงช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทำให้ลดมลพิษต่างๆ ลงได้ เช่น ลด Carbonmonoxide 15% Hydrocarbons 40% Particles 60% แต่ NOx เพิ่มเล็กน้อย นอกจากนี้ไบโอดีเซลยังมีค่า Cetane Index สูง ทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายและเดินเรียบ มีปริมาณกำมะถันน้อยมาก ไม่มีสารอะโรมาติก และในระยะเวลา 3-4 สัปดาห์ ไบโอดีเซลสามารถสลายในดินได้ 99% ส่วนน้ำมันดีเซลสามารถสลายในดินได้ 70% แต่อย่างไรก็ตาม ไบโอดีเซลมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น เกิดการอุดตันไส้กรอง ละลายพลาสติกและ Rubber material เป็นต้น แต่ผลกระทบจะมากหรือน้อยขึ้นกับเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ ซึ่งปัจจุบันนี้ผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ในเยอรมนีหลายแห่งได้ปรับปรุงรถยนต์ใหม่ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานกับไบโอดีเซลได้แล้ว

ไบโอดีเซลสามารถแบ่งตามประเภทของน้ำมันได้ 3 ประเภท ดังนี้ คือ

2.1.1 น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ ไบโอดีเซลประเภทนี้ก็คือน้ำมันพืชแท้ๆ (เช่น น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันถั่วเหลือง) หรือน้ำมันจากไขมันสัตว์ (เช่น น้ำมันหมู) ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เลยกับเครื่องยนต์ดีเซลโดยไม่ต้องผสม หรือเติมสารเคมีอื่นใด ไม่ต้องนำมาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำมันให้เปลืองเวลา เปลืองทรัพยากรอีก

2.1.2 ไบโอดีเซลผสม เป็นการผสมระหว่างน้ำมันพืช (หรือสัตว์) กับ น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรืออะไรก็ได้เพื่อให้ไบโอดีเซลที่ได้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลให้มากที่สุด อย่างเช่น โคโคดีเซล (coco-diesel) ที่ อำเภอทับสะแก ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันก๊าด หรือปาล์มดีเซล (palm-diesel) เป็นการผสมระหว่างน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซล

2.1.3 ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ เป็นไบโอดีเซลที่แท้จริงที่ต่างประเทศใช้กันทั่วไป อาทิ ในเยอรมัน สหรัฐอเมริกา หรือแม้แต่มาเลเซีย ดังนั้น ถ้าพูดถึงคำว่า "ไบโอดีเซล" ในความหมายของสากลหมายถึง ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ สำหรับไบโอดีเซลประเภทนี้ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่น (Transesterification) ก่อน นั่นคือการนำเอาน้ำมันพืชหรือสัตว์ที่มีกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้เอสเทอร์ โดยจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาไบโอดีเซลชนิดเอสเทอร์นี้มีคุณสมบัติที่เหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด ทำให้ไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์ สามารถนำมาใช้กับรถยนต์ได้ แต่ติดตรงที่ว่ามีต้นทุนการผลิตสูง

วัตถุดิบที่ผลิตไบโอดีเซล ได้แก่

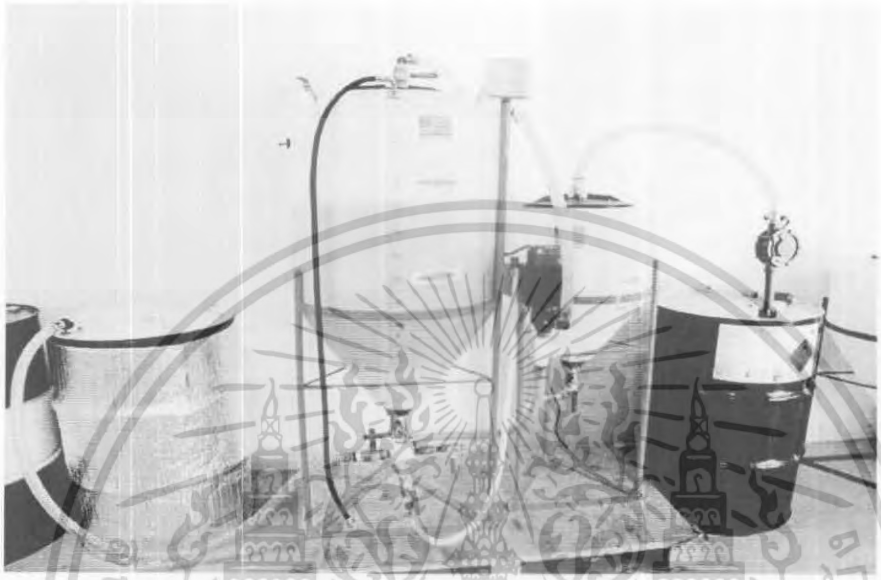
- ปาล์มน้ำมัน
- เมล็ดสบู่ดำ
- น้ำมันมะพร้าว
- น้ำมันพืช เช่น ถั่วเลืองหรือถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- น้ำมันระหุ่ง

- น้ำมันพืชใช้แล้ว

ตัวอย่างชุดอุปกรณ์ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพที่ 2.1 แสดงชุดอุปกรณ์ผลิตไบโอดีเซล

กระบวนการผลิตไบโอดีเซล

2.1.1.1 ตวงน้ำมันด้วยกระบอกตวงปริมาตรตามต้องการ ใส่ในบีกเกอร์

2.1.1.2 อุ่นน้ำมันจนถึงอุณหภูมิประมาณ 50 - 60 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิไม่ควรเกิน 65 องศาเซลเซียส)

2.1.1.3 ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% ของน้ำมัน

2.1.1.4 ชั่งเมทานอลปริมาณ 25% ของน้ำมัน

2.1.1.5 ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผสมกับเมทานอลแล้วคนให้เข้ากัน

2.1.1.6 ก็จะได้เป็นสารละลายโซเดียมเมธอกไซด์ แล้วทำการเทสารละลายโซเดียมเมธอกไซด์ลงไปในน้ำมัน

2.1.1.7 กวนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันนานประมาณ 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.8 ทิ้งส่วนผสมให้เย็นพร้อมทั้งสังเกตการแยกชั้นระหว่าง ไบโอดีเซลและกลีเซอรีน

2.1.1.9 แยกไบโอดีเซลส่วนบนออกจากกลีเซอรีน

2.1.1.10 นำไบโอดีเซลที่ได้ไปทำการล้างด้วยน้ำสะอาด 2 – 5 ครั้ง

2.1.1.11 อุ่นไบโอดีเซลเพื่อกำจัดน้ำที่อาจเหลืออยู่ออกไปให้หมด

2.1.112 จะได้ไบโอดีเซลตามต้องการ โดยในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจะได้กลีเซอรีนประมาณ 5 – 15 % ของน้ำมันไบโอดีเซล

คุณสมบัติของน้ำมันพืชและไบโอดีเซล เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

โดยทั่วไปแล้ว น้ำมันพืชและสัตว์ เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) มีโครงสร้างเป็น C_3H_5 เชื่อมต่อกับกรดไขมัน มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 10 ถึง 30 ตัว น้ำมันพืชและสัตว์ มีกรดไขมันชนิดต่าง ๆ กันเป็นองค์ประกอบ โดยที่มีปริมาณของกรดไขมันอยู่ในโครงสร้างถึงร้อยละ 94-96% ของน้ำหนักโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิดทั้งทางเคมีและกายภาพ แตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของกรดไขมันนั้นๆ ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ น้ำมันพืชส่วนใหญ่แล้วมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ กรดไขมันระหว่าง 12-18 ตัว มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว แตกต่างกันน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง จะมีค่าไอโอดีนต่ำ และเมื่อมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวลดลง หรือมีกรดไขมันอิ่มตัวสูงขึ้น ค่าไอโอดีนสูงขึ้นตามลำดับ

น้ำมันพืชเป็นสารที่ไม่อยู่ตัวถูกออกซิไดซ์และเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์ได้ที่อุณหภูมิสูง เมื่อเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรซ์แล้ว น้ำมันจะเกิดเป็นสารเหนียวขึ้น โดยทั่วไปค่าไอโอดีนของน้ำมันพืชจะเป็นดัชนีชี้บอกถึงการเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรซ์ได้มากหรือน้อย ฉะนั้น การเลือกใช้น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำเป็นเชื้อเพลิงจะเป็นการป้องกันการเกิดสารเหนียวที่เกิดจากปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์ในเครื่องยนต์เบื้องต้น

การแบ่งชนิดของน้ำมันพืชตามค่าไอโอดีน สามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนสูงระหว่าง 160-230 เป็นน้ำมันพืชที่เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรซ์ได้ง่าย เรียกน้ำมันพืชเช่นนี้ว่า “น้ำมันซักแห้ง” (drying oil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนปานกลางระหว่าง 125-150 เรียกน้ำมันเช่นนี้ว่า "น้ำมันกึ่งซักแห้ง" (semi-drying oil)

- น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่า 120 เรียกน้ำมันเช่นนี้ว่า "น้ำมันไม่ซักแห้ง " (non-drying oil)

มลพิษในไอเสียจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซล

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบมลพิษในไอเสีย

แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์	**เทียบเท่าน้ำมันดีเซล**
ไฮโดรคาร์บอน	ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 40
แก๊สไนโตรเจนออกไซด์	ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 15
ฝุ่นละออง	ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 40
สารก่อมะเร็ง	ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลร้อยละ 50

ประโยชน์ของไบโอดีเซลในด้านต่าง ๆ

ด้านสิ่งแวดล้อม

การใช้ไบโอดีเซลสามารถลดมลพิษทางอากาศซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ คณะกรรมการไบโอดีเซลแห่งชาติ (National Biodiesel Board) และสำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อม (US Environmental Protection Agency) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการวิจัยและทดลองใช้น้ำมันไบโอดีเซลสูตรต่างๆ กับเครื่องยนต์ดีเซลและได้รายงานว่าไบโอดีเซลสูตร B100 และ B20 สามารถลดมลพิษทางอากาศได้ ในส่วนกรมอู่ทหารเรือก็ได้รายงานผลการทดลองใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 145 แรงม้า ว่าสามารถลดควันดำได้มากกว่าร้อยละ 40

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วช่วยลดการนำน้ำมันที่ใช้แล้วไปประกอบอาหารซ้ำ และยังช่วยป้องกันไม่ให้นำน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (ซึ่งมีสารก่อมะเร็ง) ไปผลิตเป็นอาหารสัตว์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์

- การผสมไบโอดีเซลในระดับร้อยละ 1- 2 สามารถช่วยเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นให้กับน้ำมันดีเซล จากผลการทดลองของสถาบันวิจัยของ บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) พบว่าการเติมไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วและน้ำมันมะพร้าวในอัตราส่วนร้อยละ 0.5 สามารถเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นได้ถึง 2 เท่า

- ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น เนื่องจากในไบโอดีเซลมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 10 ทำให้การผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และเป็นการเพิ่มอัตราส่วนปริมาตรของอากาศต่อน้ำมันได้เป็นอย่างดี จึงทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น

- ถึงแม้ว่าค่าความร้อนของไบโอดีเซลจะต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 10 แต่ข้อด้อยนี้ไม่มีผลกระทบต่อการใช้งาน เพราะการใช้ไบโอดีเซลทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น จึงทำให้กำลังเครื่องยนต์ไม่ลดลง

ด้านเศรษฐศาสตร์

- การใช้ไบโอดีเซลช่วยสร้างงานในชนบทด้วยการสร้างตลาดพลังงานไว้รองรับผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือจากการบริโภค

- การใช้ไบโอดีเซลสามารถช่วยลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศได้บางส่วน ซึ่งในแต่ละปีประเทศไทยสูญเสียเงินตราต่างประเทศเพื่อการนำเข้าน้ำมันดิบกว่า 300,000 ล้านบาท

ด้านการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงภายในประเทศ

- ประเทศไทยมีสัดส่วนการใช้น้ำมันดีเซลสูงกว่าน้ำมันเบนซินมากตลาดน้ำมันดีเซลในประเทศไทยมี มูลค่ามากกว่าน้ำมันเบนซินกว่า 2 เท่า และในอนาคตมีแนวโน้มที่โรงกลั่น อาจจะผลิตน้ำมันดีเซลไม่เพียง-พอต่อการใช้ภายในประเทศ ดังนั้นการใช้ไบโอดีเซลจึงช่วยลดความไม่สมดุลของการผลิตของโรงกลั่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การผสมน้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 1- 2 สามารถเพิ่มความหล่อลื่นในน้ำมัน ได้โดย โดยเฉพาะกรณีที่จะมีการลดปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซล

2.2 กลีเซอรีนหรือกลีเซอรอล

กลีเซอรีน หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กลีเซอรอล (glyceral) หมายถึง สารจำพวกโพลิไฮดริกแอลกอฮอล์ (polyhydricalcohol) ที่มีสูตรเคมี $HOCH_2$ $CHOHCH_2$ OH มีชื่อทางเคมีว่า 1,2,3 โพรเพนไตรออล (1,2,3 propanetriol)

ภาพที่ 2.2 กลีเซอรีนในลักษณะต่างๆ

สูตรทางเคมีของกลีเซอรอล คือ $C_3H_8O_3$ เป็นแอลกอฮอล์
เป็นพวกไตรไฮดริกแอลกอฮอล์ เกิดเอสเทอริฟิเคชั่น ได้ (กรดอินทรีย์+แอลกอฮอล์----> เอสเทอร์
+ น้ำ)
และก็เกิดจากปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชั่น ได้ (เอสเทอร์+น้ำ----> กรดอินทรีย์+แอลกอฮอล์ เรียกอีกอย่างว่า ปฏิกิริยาย้อนกลับเอสเทอริฟิเคชั่น ใช้ในการทำสบู่)

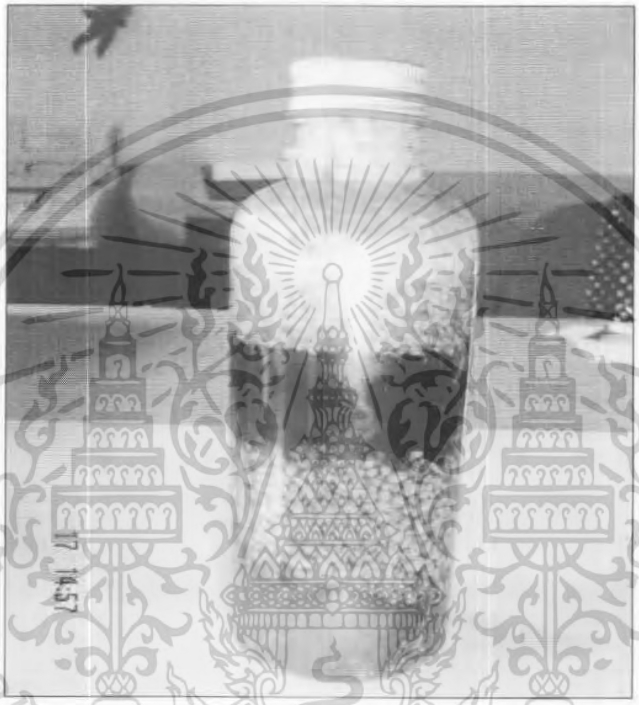
ลักษณะของกลีเซอรีน

ลักษณะของกลีเซอรีนที่ได้จากจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลนั้นเราสามารถที่จะแยกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ที่เป็นของเหลว ซึ่งจะหืนได้ดังรูปข้างล่างนี้โดยของแข็งและของเหลวจะมีการแยกสถานะออกจากกันอย่างชัดเจน ซึ่งเมื่อนำไปใช้ประโยชน์ก็จะแยกของแข็งและของเหลวออกจากกันเพราะจะใช้ประโยชน์ต่างกัน ดังรูปข้างล่างนี้ของเหลวจะอยู่ตรงกลางของขวด

2.2.2 ที่เป็นของแข็ง จะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งๆ หรือเป็นใขจับตัวกันแน่น ดังรูปข้างล่างนี้จะเห็นว่าของแข็งจะอยู่ทั้งในส่วนบนและส่วนล่างของขวด



ภาพที่ 2.3 ขวดที่บรรจุกลีเซอรีน

การจำแนกชนิดของกลีเซอรีนตามคุณสมบัติทางเคมี

2.2.1.1 กลีเซอรอลหรือกลีเซอรีน ที่เป็นสารจำพวกแอลกอฮอล์

2.2.1.2. กลีเซอรอล ที่ได้จากไฮโดรไลต์(เอาน้ำเข้าไปทำปฏิกิริยา) น้ำมันจากพืชหรือ ไขมันจากสัตว์ โดยมีกรดหรือเบสเจือจางเป็นตัวเร่ง พร้อมทั้งได้กรดไขมัน ในปฏิกิริยานี้ถ้าใช้เบสแก่เข้าไปทำปฏิกิริยาเพิ่ม ก็จะได้เกลือของกรดไขมันเรียกว่าสบู่ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า สปอนนิฟิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งชนิดของกลีเซอรีนจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

กลีเซอรีนเป็นผลพลอยที่ได้จากกระบวนการการผลิตไบโอดีเซลแบ่งเป็น 2 เกรด ได้แก่

- กลีเซอรีนดิบ (ผลพลอยได้) ขจัดน้ำแต่ไม่ผ่านกรรมวิธีใดๆ ราคา 50 บาท/ก.ก.
- กลีเซอรีนดิบ (ผลพลอยได้) ขจัดน้ำ และผ่านกรรมวิธีขจัดสิ่งเจือปน ราคา 80 บาท/ก.ก.

2.2.1 ประโยชน์ของกลีเซอรีนที่ใช้โดยทั่วไป

- ใช้ทำสบู่ เช่น สบู่หอมทั่วๆ ไป
- ใช้เป็นส่วนผสมในในผลิตภัณฑ์แชมพูสระผม ซึ่งจะช่วยทำให้ผมนุ่มสลวยมีน้ำหนัก
- ใช้ทำยาเหน็บ
- ใช้ทำน้ำยาสำหรับล้างพื้น
- ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เพราะกลีเซอรีนจะมีคุณสมบัติที่ช่วยรักษาความชุ่มชื้นให้กับผิว ของเราได้
- ใช้เป็นส่วนผสมสำหรับช่วยหล่อลื่น เช่น ใช้กับถุงยางอนามัย
- ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เสริมความงามต่าง ๆ

ตัวอย่างการทำสบู่จากกลีเซอรีน

ส่วนผสม

กลีเซอรีน	1 ลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 99% (เกล็ด)	38.5 กรัม
น้ำสะอาด	250 ซีซี

วิธีการทำ

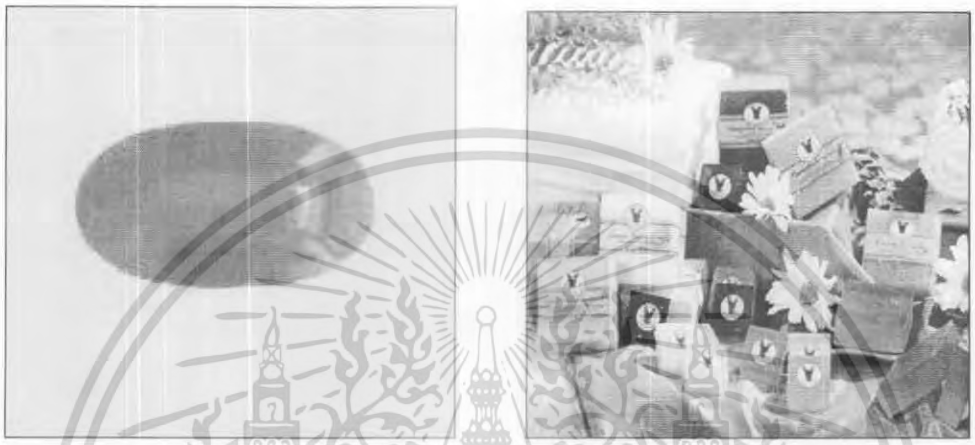
2.1 นำกลีเซอรีนใส่ในหม้อสแตนเลส นำขึ้นตั้งไฟอุ่นให้ได้อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส เพื่อไล่เมทานอลส่วนเกินที่อาจจะหลงเหลืออยู่

2.2 เทโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำ ในชามแก้วหรือชามสแตนเลส ใช้ช้อนสแตนเลสคนจนโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายหมดแนสารละลายด่าง ระหว่างนี้สารละลายด่างจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 90 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 65 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เทสารละลายด่างลงในกลีเซอรีน ใช้ไม้พายกวนส่วนผสมให้เข้ากันใช้เวลากวนอย่างน้อย 20 นาที ส่วนผสมจะจับตัวเหนียวข้น หลังจากนั้นจึงนำไปเทลงแบบ

2.4 ตั้งทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง สบู่กลีเซอรีนจะจับตัวแข็งเป็นก้อนเอาออกจากแบบตัดสบู่ เป็นก้อน ๆ ตามต้องการเก็บต่อไปนาน 1 สัปดาห์จึงนำมาใช้เป็นสบู่ล้างมือ หรือสบู่ซักล้างทำความสะอาด



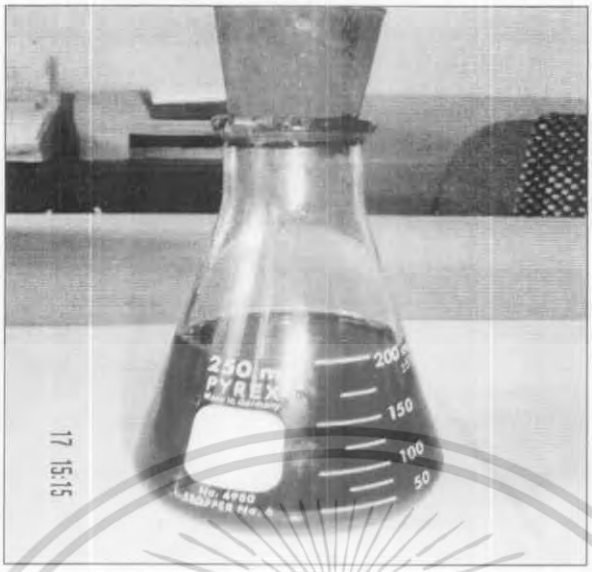
ภาพที่ 2.4 แสดงสบู่จากกลีเซอรีน

กลีเซอรีนที่เป็นของเหลว

กลีเซอรีนที่เป็นของเหลวนี้จะมีสีดำ ซึ่งเราจะนำกลีเซอรีนเหลวนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานทดแทน โดยกลีเซอรีนที่เป็นของเหลวนี้มีลักษณะคล้ายกับน้ำมันเตา จึงมีแนวคิดว่าจะนำกลีเซอรีนนี้ไปใช้ผสมกับน้ำมันเตาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งจะใช้ผสมในอัตราส่วนเท่าใดนั้นเราก็ต้องทำการศึกษาทดลองกันต่อไปและจะมีผลกระทบต่อเครื่องจักรหรือไม่เราก็ยังไม่รู้ก็ยังต้องทำการศึกษาอีก แต่ในตอนนี้เราก็ยังไม่ทราบว่ากลีเซอรีนเหลวนี้จะมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกับน้ำมันเตามากน้อยเพียงใดซึ่งเราก็จะทำการทดลองในบทต่อไป

คุณสมบัติที่จะทำการทดลอง ทั้งกลีเซอรีนและน้ำมันเตา ก็คือ คุณสมบัติทางความร้อน ค่าความหนืด ค่าความหนาแน่น ซึ่งถ้าความหนาแน่นของน้ำมันเตาและกลีเซอรีนแตกต่างกันมากๆ เมื่อใช้ผสมกันแล้วก็จะเกิดการแยกชั้นเข้ากันไม่ได้ซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลเสียได้ และสุดท้ายค่าที่เราจะทดสอบก็คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะกลีบของรีนที่เป็นของเหลว

2.3 น้ำมันเตา (Fuel Oils)

น้ำมันเตาเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบหนักที่ได้จากตอนล่างของหอกลั่น อันเป็นส่วนที่เหลือตกค้างอยู่และไม่สามารถระเหยในหอกลั่นบรรยากาศ แม้ว่าน้ำมันเตาจะเป็นเพียงกากน้ำมัน (Residual Fuel) ที่เหลือจากการกลั่นและมีสิ่งตกค้างต่างๆปนอยู่มากก็ตาม น้ำมันเตาก็ยังเป็นประโยชน์อย่างมหาศาลต่ออุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง และใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาถูกที่สุด

ภาพที่ 2.6 น้ำมันเตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งเกรดน้ำมันเตา

เนื่องจากโรงงานต่างๆ มีความต้องการใช้น้ำมันเตาในลักษณะต่างๆ กัน เช่น ในบางโรงงานต้องการใช้น้ำมันเตากับหม้อน้ำขนาดเล็ก จึงต้องการน้ำมันที่ใส ไหลง่าย และการเผาไหม้หมดจด แต่โรงงานบางแห่งมีความต้องการใช้ในปริมาณมหาศาลจึงคำนึงถึงเรื่องราคาเป็นหลัก โดยพร้อมที่จะเลือกใช้อุปกรณ์ที่สามารถใช้กับน้ำมันเตาที่หนืด มีสิ่งสกปรก และกำมะถันสูง ฉะนั้นน้ำมันเตาจึงมีการแบ่งออกเป็นเกรดต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งหากพิจารณาคุณสมบัติของน้ำมันแต่ละเกรดแล้ว จะพบว่าคุณสมบัติที่สำคัญที่แตกต่างกันคือ ความหนืด จุดไหลเท น้ำและตะกอน และปริมาณกำมะถัน ซึ่งน้ำมันเตาสามารถแบ่งออกเป็นเกรดต่างๆ ได้แก่ น้ำมันเตาใส (Light fuel oil หรือ LFO) น้ำมันเตากลาง (Medium fule oil หรือ MFO) น้ำมันเตาหนัก (Heavy fuel oil หรือ HFO)

2.3.1 น้ำมันเตาใส (LFO หรือ Stanfuel) มีความหนืดไม่เกิน 80 cSt ที่อุณภูมิ 50 °C (600 redwood) ซึ่งเป็นความหนืดที่ไม่ต้องอุ่นมากนักก็สามารถฉีดเป็นฝอยได้ดี เผาไหม้ง่าย ค่าปริมาณกำมะถันตะกอนและน้ำก็ต่ำ กว่าน้ำมันเตาเกรดอื่นๆ น้ำมันเตาใสนี้จึงเหมาะกับโรงงานที่ใช้น้ำมันเตาไม่มากนัก ใช้อุปกรณ์หัวเผาประเภทที่ออกแบบสำหรับน้ำมันที่ค่อนข้างใส และต้องการการเผาไหม้ที่สะอาดพอสมควร ไม่มีควันดำ เขม่า ละอองถ่าน หรือกำมะถันสูง ซึ่งอาจมีผลต่อชิ้นวัสดุที่เผา เช่น พวกกระเบื้อง หรือในโรงงานอาจตั้งอยู่ในแหล่งชุมชนชุมชน สิ่งสกปรกต่างๆ จากการเผาอาจรบกวนผู้คนที่อาศัยใกล้เคียง อย่างไรก็ตามน้ำมันเตาใสนี้มีราคาแพงกว่าน้ำมันเตาเกรดอื่น

2.3.2 น้ำมันเตากลาง (MFO หรือ Bunker C) มีความหนืดไม่เกิน180 cSt ที่อุณภูมิ 50 °C (1500 redwood) ในการที่จะเผาน้ำมันเตากลางอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีระบบส่งน้ำมันเตาที่ดี สามารถส่งน้ำมันเตาได้ทันตลอดเวลาและสามารถกรองสิ่งสกปรกออกได้ นอกจากนี้หัวเผาจะต้องสามารถอุ่นน้ำมันให้ได้ความหนืดตามที่หัวฉีดต้องการ น้ำมันเตากลางนี้มักเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้กับโรงงานขนาดปานกลางจนถึงขนาดใหญ่

2.3.3 น้ำมันเตาหนัก (HFO) มีความหนืดไม่เกิน 280 cSt ที่อุณภูมิ 50 °C (2500 redwood) ซึ่งเป็นความหนืดที่สูงที่สุดในบรรดาเชื้อเพลิงเหลวทั้งหมด นอกจากนี้น้ำมันเตาหนักยังมีจุดไหลเทถึง 30 °C ฉะนั้นการที่จะใช้น้ำมันชนิดนี้นั้นจำเป็นต้องมีระบบอุ่นน้ำมันเตาในถังเก็บ ท่อส่ง ตลอดจนถึงถังพักปั๊มส่งก็มีความจำเป็น นอกจากนี้ยังต้องมีระบบกรองสิ่งสกปรกก่อนถึงหัวฉีด หัวเผาควรเป็นแบบที่สามารถมีความหนืดสูง ซึ่งหมายถึงหม้ออุ่นต้องมีความสารถที่จะอุ่นน้ำมันให้ได้อุณภิสูงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันเตาหนักนี้เหมาะกับโรงงานที่มีระบบส่งน้ำมันเตาที่ดี และอุปกรณ์อุ่นน้ำมันเตาต้องเพียงพอด้วย อย่างไรก็ตามน้ำมันเตานี้มีราคาต่ำที่สุดในบรรดาเชื้อเพลิงที่กล่าวมาแล้ว ฉะนั้นจึงมีโรงงานหลายแห่งที่ลงทุนดัดแปลงเพิ่มเติมอุปกรณ์เพื่อให้สามารถเปลี่ยนมาใช้น้ำมันเตาหนักได้

2.3.1 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำมันเตา

ความหนืด (Viscosity)

เป็นคุณสมบัติที่บอกถึงการต้านทานการ ไหลเป็นคุณสมบัติที่สุดของน้ำมันเตาเพราะความหนืดมีส่วนสัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำมันเตาและความยากง่ายต่อการที่น้ำมันถูกฉีดเป็นฝอยละเอียดจากหัวเผา ความหนืดของน้ำมันจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นฉะนั้นถ้าน้ำมันเตาได้รับการอุ่นให้ร้อนขึ้นพอเหมาะ การไหลหรือปั๊มก็จะเป็นไปโดยสะดวก รวมถึงการฉีดเป็นฝอยละเอียดที่หัวฉีดด้วยซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยตรง ในทางกลับกันหากโรงงานไม่มีอุปกรณ์อุ่นที่เพียงพอ อาจมีปัญหาของการไหล จุดติดยาก เขม่าและก้อนโค้กจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

น้ำมันที่มีความหนืดเดียวกันไม่จำเป็นต้องมีความหนืดเท่ากันที่อุณภูมิอื่นด้วยเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีและทางฟิสิกส์ของน้ำมันต่างกันเพราะน้ำมันดิบผ่านกระบวนการผลิตและวิธีการผสมน้ำมันที่แตกต่างกันออกไป โดยค่าความถ่วง API ต่ำ ความหนืดของน้ำมันจะสูงและในทางกลับกันก็เช่นกัน แต่ในบางครั้งก็ไม่ตรงตามนี้เสมอไป โดยเฉพาะน้ำมันผสม เพราะองค์ประกอบของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป ฉะนั้นในการซื้อน้ำมันจึงต้องพิจารณาทั้งค่า API และความหนืด เพราะน้ำมันที่มี API เท่ากันถึงจะให้ค่าความร้อนใกล้เคียงกันแต่อาจมีค่าความหนืดต่างกันโดยสิ้นเชิง

สำหรับความหนืดที่เหมาะสมของน้ำมันเตาในการฉีดเข้าห้องเผาไหม้ จะขึ้นกับแบบต่างๆ ของหัวฉีด ซึ่งจำแนกเป็น 4 แบบ ซึ่งแต่ละแบบต้องการความหนืดของน้ำมันที่หัวฉีดต่างกันคือ

1. แบบพ่นน้ำมันด้วยอากาศ (Air Atomizeed) ต้องการความหนืดที่หัวฉีด 12 - 17 cSt
2. แบบพ่นกำลังด้วยแรงดัน (Pressure Atomizeed) ต้องการความหนืดที่หัวฉีด 12 - 20 cSt
3. แบบพ่นน้ำมันด้วยไอน้ำ (Steam Atomizeed) ต้องการความหนืดที่หัวฉีด 20 - 40 cSt
4. แบบพ่นน้ำมันด้วยถ้วยหมุน (Rotary Cup) ต้องการความหนืดที่หัวฉีด 30 - 60 cSt

ดังนั้น โดยอาศัยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดของน้ำมัน และอุณภูมิเราก็จะสามารถทราบได้ว่าควรจะต้องอุ่นน้ำมันเตาให้ร้อนประมาณเท่าใดจึงจะได้ความหนืดของน้ำมันที่หัวฉีดตามต้องการ เช่น น้ำมันเตากลาง (MFO หรือ Bunker C) ซึ่งมีความหนืด 180 cSt ที่อุณหภูมิ 50 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กับหัวฉีดแบบพ่นด้วยอากาศซึ่งต้องการวัดความหนืดที่หัวฉีด 12-17 cSt ดังนั้นควรอุ่นน้ำมันให้ร้อนก่อนเข้าหัวฉีดที่ 105-118 °C เป็นต้น

ค่าความร้อน (Heating Value or Calorific Value)

โดยทั่วไปการซื้อขายน้ำมันจะซื้อในหน่วยของปริมาตร ดังนั้นน้ำมันที่มี API ต่ำจะให้ค่าความร้อนต่อปริมาตรมากกว่า น้ำมันที่ได้จากกระบวนการผลิตต่างกัน ก็ให้ค่าความร้อนต่างกัน โดยค่าความร้อนจะมีหน่วยเป็น กิโลจูลต่อลิตร(kcal/kg) ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงหาได้จากเครื่องมือในห้องแล็ป ซึ่งจะให้ค่าความร้อนมวลรวม หมายถึง ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้รวมกับค่าความร้อนแฝงที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำที่เกิดจากไฮโดรเจนเผาไหม้ออกซิเจนในอากาศ บางทีเรียกว่า Higher Heating Value (HHV) Net Heating หรือ Lower Heating Value (LHV) ไม่นับรวมความร้อนแฝงที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำเข้ามาด้วย

แต่โดยทั่วไปแล้ว การระบุค่าความร้อนของน้ำมันหรือการใช้ค่าความร้อนของน้ำมันไปคำนวณหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงอื่นๆ มักจะใช้ Gross Heating Value กันโดยตลอด

จุดวาบไฟและจุดติดไฟ (Flash and fire points)

จุดวาบไฟเป็นอุณหภูมิที่อยู่เหนือน้ำมันจะติดไฟวาบเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆหรือระเบิดเมื่อมีเปลวไฟ ส่วนจุดติดไฟเป็นอุณหภูมิซึ่งไอถูกปล่อยออกมามากเพียงพอที่จะทำให้เกิดการติดไฟอย่างต่อเนื่อง จุดติดไฟจะมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดวาบไฟ การรู้จุดวาบไฟจะช่วยบอกถึงอุณหภูมิที่เราสามารถใช้น้ำมันได้อย่างปลอดภัย ส่วนใหญ่แล้วน้ำมันเบาจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่าน้ำมันหนัก จุดติดไฟจะบอกถึงอุณหภูมิที่น้ำมันส่วนใหญ่เริ่มกลายเป็นไอ

จุดไหลเท (Pour point)

เป็นอุณหภูมิต่ำที่สุดที่น้ำมันจะเริ่มหยุดไหล เป็นการบอกถึงความสามารถของน้ำมันที่จะไหลได้ขณะที่อุณหภูมิลดลงหรือเย็นลง ซึ่งจะมีการแยกตัวของไขขณะที่อุณหภูมิลดต่ำลง อันเป็นสาเหตุให้เกิดการอุดตันในท่อ เครื่องกรอง และหัวเผา เนื่องจากน้ำมันสูญเสียคุณสมบัติในการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริมาณกำมะถัน

ปริมาณกำมะถันในน้ำมันเตา ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบและเกรดของน้ำมันเตา ซึ่งน้ำมันเตาเกรดที่หนักที่สุดอาจมีกำมะถันถึง 3.5 % ความสำคัญของกำมะถันก็เนื่องมาจากความจริงที่ว่ากำมะถันเมื่อเผาไหม้จะกลายเป็นกำมะถันไดออกไซด์ จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศที่เหลือจากการเผาไหม้กลายเป็นกำมะถันไตรออกไซด์ ในกรณีที่น้ำมันเตามีเปอร์เซ็นต์ของกำมะถันสูงๆ เป็นเชื้อเพลิง หนทางที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวก็คือ พยายามให้น้ำมันเตาเผาไหม้ด้วยการใช้อากาศส่วนเกินน้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้ออกซิเจนทำปฏิกิริยากับกำมะถันไดออกไซด์ กลายเป็นกำมะถันไตออกไซด์ได้น้อย ซึ่งจะช่วยขจัดปัญหาลงได้มาก

อนึ่งกำมะถันในน้ำมันเตาอาจเป็นอันตรายหรือทำความเสียหายให้กับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในอุตสาหกรรมบางอย่างได้เช่น เครื่องแก้ว ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ กระเบื้องเคลือบ และอื่น ๆ ฉะนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะใช้กับอุตสาหกรรมพวกนี้จึงต้องพิจารณาถึงปริมาณของกำมะถันในน้ำมันเตาด้วย

2.3.2 การใช้งานน้ำมันเตา

น้ำมันเตาส่วนใหญ่จะนำมาใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งจะใช้กับ

- หม้อไอน้ำ
- เตาเผา

72259

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเตา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547

ตารางที่ 2.2 การกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเตา

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	น้ำมันเตา					วิธีทดสอบ
			ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3 ชนิดที่ 4		ชนิดที่ 5	
1	ปริมาณกำมะถัน *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Sulphur Content, *% wt.*)	ไม่สูงกว่า	2.0	2.0	2.0	2.0	0.5	ASTM D 4294
2	ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 °ซ. (Specific Gravity at 15.6/15.6 °C)	ไม่สูงกว่า	0.985	0.990	0.995	0.995	0.995	ASTM D 1298
3	ความหนืด (Viscosity, *cSt*)							ASTM D 445
	ณ อุณหภูมิ 50 °C *เซนติสโตกส์*	ไม่ต่ำกว่า	7	81	181	231	-	
		ไม่สูงกว่า	80	180	230	280	-	
	ณ อุณหภูมิ 100 °C *เซนติสโตกส์*	ไม่ต่ำกว่า	-	-	-	-	3	
		ไม่สูงกว่า	-	-	-	-	30	
4	จุดวาบไฟ °C (Flash Point, °C)	ไม่ต่ำกว่า	60	60	60	60	60	ASTM D 93
5	จุดไหลเท °C (Pour Point, °C)	ไม่สูงกว่า	24	24	30	30	57	ASTM D 97
6	ปริมาณความร้อน *แคลอรี่/กรัม* (Gross Heat of Combustion, *cal/g*)	ไม่ต่ำกว่า	10,000	9,900	9,900	9,900	9,900	ASTM D 240
7	เถ้า *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Ash Content, *% wt.*)	ไม่สูงกว่า	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	ASTM D 482
8	น้ำและตะกอน *ร้อยละโดยปริมาตร* (Water and Sediment, *% vol.*)	ไม่สูงกว่า	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	ASTM D 1796
9	สี(Colour)	ไม่ต่ำกว่า	8.0	-	-	-	-	ASTM D 1500

หมายเหตุ วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียด แนบท้ายนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของกลีเซอรีนนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายอย่าง แต่เราจะทำการศึกษาในครั้งนี้มีอยู่ 4 คุณสมบัติหลัก ๆ ได้แก่

2.4.1 ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่น (Density) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมวล (Mass) ต่อ ปริมาตร (Volume) ของสารนั้น โดยจะหาความหนาแน่นของสารใด ๆ ได้นั้น ต้องหามวล และ ปริมาตรของสารนั้นให้ได้ก่อน

มวล (Mass) แทนสัญลักษณ์ด้วย m เป็นปริมาณเนื้อสารที่มีอยู่จริง และมวลของวัตถุจะมีค่าคงที่เสมอ มวลมีหน่วยได้หลายหน่วยเช่น กรัม (g) , หรือ กิโลกรัม (Kg) การหามวลทำได้โดยการชั่ง ซึ่งต้องใช้เครื่องชั่ง ซึ่งก็มีหลายแบบด้วยกันเช่น

2.4.1.1 เครื่องชั่งชนิดจานเดียว

- เครื่อง Ohaus Cent - O - Gram
- เครื่อง Ohaus Triple beam

2.4.1.2 เครื่องชั่งชนิดสองจาน

การหามวลของวัตถุใด ๆ สามารถทำได้โดยการชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบต่าง ๆซึ่งเครื่องชั่งแต่ละแบบสามารถชั่งมวลได้มากน้อยและละเอียดแตกต่างกันไป

การเปลี่ยนหน่วยของมวล

- ถ้าเปลี่ยนจากหน่วย กรัม (g) เป็น กิโลกรัม (kg) ให้ หารด้วย 103
- ถ้าเปลี่ยนจากหน่วย กิโลกรัม (kg) เป็น กรัม (g) ให้ คูณด้วย 103

สรุป: หน่วยเล็กเปลี่ยนเป็นหน่วยใหญ่ หาร 103 และ หน่วยใหญ่เปลี่ยนเป็นหน่วยเล็ก คูณ 103

ปริมาตร (Volume) แทนด้วย V ปริมาตรของวัตถุใด ๆ สามารถวัดได้หลายแบบ โดย

1. ถ้าวัตถุนั้นเป็นของเหลว อาจใช้ กระบอกควงวัดหาปริมาตร หรือ ใช้หลอดฉีดยา

1.1 หลอดฉีดยา เป็นเครื่องมือสำหรับวัดหาปริมาตรของสารที่มีสถานะเป็นของเหลว การอ่านปริมาตรของของเหลวที่ถูกต้องนั้นต้องอ่านที่ตำแหน่ง หมายเลข 2 และต้องระวังอย่าให้มีฟองอากาศขณะหาปริมาตร

1.2 กระบอกตวง เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับหาปริมาตรของสารที่มีสถานะเป็นของเหลว การอ่านปริมาตรของของเหลวที่ถูกต้องนั้นจะต้องอ่านตรงรอยเว้า หรือตำแหน่งที่ 3

2. ถ้าวัตถุนั้นเป็นของแข็ง มีวิธีการหาปริมาตรอยู่ 2 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 วัตถุที่มีรูปทรงเรขาคณิต หาได้จากการวัดส่วนต่าง ๆ แล้วคำนวณโดยใช้สูตรหาปริมาตร

2.2 วัตถุที่ไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ทำได้โดยการนำวัตถุชนิดนั้นไปแทนที่น้ำในถ้วยยูเรก้า แล้วตวงหาปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมา ซึ่งจะมีค่าเท่ากับปริมาตรของวัตถุนั้นตามหลักของอาร์คิมิดิสนั่นเอง

หลักของอาร์คีมิดิส กล่าวว่า " ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่จะมีค่าเท่ากับปริมาตรของวัดถุที่แทนที่ของเหลวนั้นเสมอ "

ข้อควรจำ

1. การใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณต่าง ๆ ของวัตถุนั้น จะทำให้ได้ค่าที่แน่นอนกว่าการกะประมาณ
2. การใช้เครื่องมือในการวัดนั้นต้องเลือกให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด
3. ต้องวัดหลาย ๆ ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

การเปลี่ยนหน่วยของปริมาตร

หน่วยของปริมาตรที่นิยมใช้มีอยู่ 2 หน่วยคือ cm^2 , m^3 ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปมาได้ดังนี้

1. ถ้าเปลี่ยนจากหน่วย cm^2 เป็น m^3 ให้ หารด้วย 106
2. ถ้าเปลี่ยนจากหน่วย m^3 เป็น cm^2 ให้ คูณด้วย 106

สรุป : หน่วยเล็กเปลี่ยนเป็นหน่วยใหญ่ หาร 106 และ หน่วยใหญ่เปลี่ยนเป็นหน่วยเล็ก คูณ 106

ถ้านำสารต่าง ๆ (อาจอยู่ในสถานะของแข็ง , ของเหลว หรือ ก๊าซก็ได้) มาด้วยปริมาตรเท่าๆ กัน มาเทียบมวลหรือน้ำหนักกัน จะพบว่ามวลและน้ำหนักมีค่าต่างๆ กัน แต่ถ้าเป็นสารอย่างเดียวกัน และสถานะเดียวกันแล้วมวลหรือน้ำหนักจะมีค่าเท่ากัน นักวิทยาศาสตร์จึงใช้ค่านี้แสดงสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัวของสารได้ และกำหนดนิยามของความหนาแน่นของสารขึ้นว่า

ความหนาแน่นของสารใดๆ (Density) คือ มวล (Mass : m) ของสารนั้นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (Volume : V) ดังนั้น หน่วยของความหนาแน่นจึงมีหน่วยเป็นหน่วยของมวลต่อปริมาตร คือ เป็น กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร (Kg / m^3) ในระบบเอสไอ หรือเป็น กรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร(g / cm^3) ก็ได้

เขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\rho = m / V$$

เมื่อ ρ (Density) = ความหนาแน่นของสาร หน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร(g/cm^3) หรือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg / m^3)

m (mass) = มวลสาร หน่วยเป็นกรัม (g) หรือ กิโลกรัม (kg)

V (Volume) = ปริมาตร หน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร (g / cm^3) หรือลูกบาศก์เมตร (kg / m^3)

ข้อควรจำ

1. ความหนาแน่นของน้ำ (ρ น้ำ) = 1 g / cm^3 หรือ 1000 kg / m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สารชนิดเดียวกัน ไม่ว่าจะมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ก็ตาม ความหนาแน่นของสารนั้นจะมีค่าคงที่เสมอจะสังเกตเห็นได้ว่าหน่วยของความหนาแน่นที่นิยมใช้นั้น มีอยู่ด้วยกันสองหน่วยคือ g / cm^3 และ kg / m^3 ซึ่งจะใช้บอกความหนาแน่นของสารที่มีค่าความหนาแน่นต่าง ๆ กัน เราสามารถเปลี่ยนได้ดังนี้ เช่น ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 g / cm^3 จะมีค่าเท่าใดในหน่วย kg / m^3 เราสามารถเปลี่ยนได้ดังนี้

ความหนาแน่น คือ อัตราส่วนระหว่างมวล ต่อ ปริมาตร

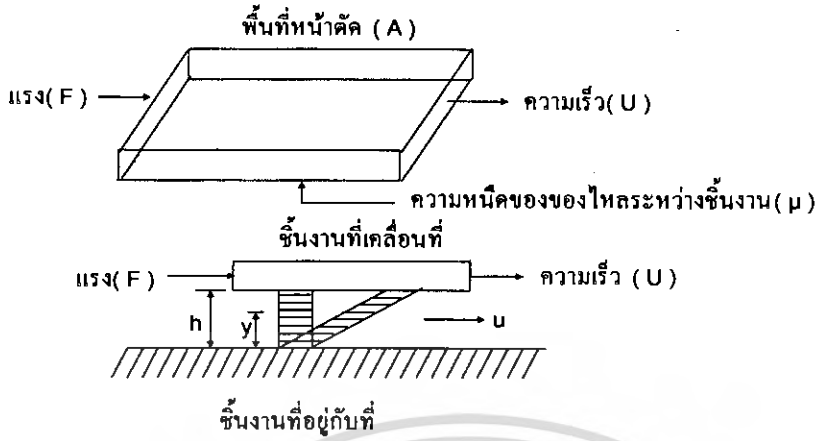
2.4.2 ความหนืด (Viscosity)

ความหนืด(Viscosity) หมายถึง คุณสมบัติที่ใช้แสดงลักษณะการไหลของของเหลว หรืออาจหมายถึง ความต้านทานการไหลของของเหลว ของเหลวที่มีความหนืดต่ำจะไหลได้ง่ายกว่าของเหลวที่มีความหนืดสูง ดังนั้นน้ำมันที่มีความหนืดมากจะทำให้เกิดฟิล์มน้ำมันหล่อลื่นหนาแต่เกิดแรงเสียดทานสูง เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีความเร็วต่ำ ส่วนน้ำมันที่มีความหนืดน้อยจะทำให้เกิดฟิล์มน้ำมันหล่อลื่นบางและเกิดแรงเสียดทานต่ำเหมาะกับงานที่มีความเร็วสูง

ความหนืดของสารหล่อลื่นจะเป็นตัวแปรสำคัญในการทำให้เกิดฟิล์มน้ำมันหล่อลื่นระหว่างชิ้นงาน 2 ชิ้น ที่มีการเสียดสีกัน ในการหล่อลื่นแบบไฮโดรไดนามิคส์ความเสียดทานที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นเป็นส่วนใหญ่ ให้พิจารณาชิ้นงานพื้นผิวแบนเคลื่อนที่ไปบนชั้นน้ำมันหนา h ด้วยความเร็ว U แรง F จะทำให้น้ำมันไหลเป็นชั้นๆ โดยชั้นที่ติดกับชิ้นงานที่เคลื่อนที่มีความเร็ว U และชั้นล่างที่ติดกับชิ้นงานที่อยู่กับที่มีความเร็วเป็นศูนย์ (นั่นคือการสมมุติให้ไม่มีการสลิป (Slip) เกิดขึ้นในชั้นระหว่างกลางน้ำมันจะมีความเร็วแปรผันตามระยะ y

จากกฎของนิวตันเรื่องความหนืดของของไหลเมื่อมีการไหล (Newton's law of viscous flow) กล่าวไว้ว่า ค่าความเค้นเฉือนของของไหลที่เป็นสารหล่อลื่นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วต่อระยะความหนาของสารหล่อลื่นตามแนวแกน y เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{U}{h}$$

เมื่อ τ คือ ความเค้นเฉือน (shearing stress)

μ คือ ความหนืดสัมบูรณ์ (absolute - viscosity)

F คือ แรงที่ใช้ในการเลื่อนแผ่นที่เคลื่อนที่

U คือ ความเร็วของแผ่นที่เคลื่อนที่

u คือ ความเร็วของชั้นฟิล์มของของไหล โดยวัดจากแผ่นที่อยู่กับที่ไปจนถึงชั้นของของเหลว

A คือ พื้นที่หน้าตัดของแผ่นที่เคลื่อนที่

$\frac{du}{dy} = \frac{U}{h}$ คือ เกรเดียนท์ความเร็ว (velocity gradient)

การหาค่าความหนืดหรือความข้นใสของน้ำมันชนิดต่างๆ มีวิธีการหาค่าความหนืดได้ถึง 5 วิธีด้วยกัน คือ

2.4.2.1 แบบเซย์โบลต์ยูนิเวอร์แซล (Saybolt Universal)

2.4.2.2 แบบเซย์โบลต์ฟูรอล (Saybolt Furol)

2.4.2.3 แบบเรดวูด No.1

2.4.2.4 แบบเรดวูด No.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1 แบบอิงเลอร์หรือแบบเยอรมัน

2.4.3 ความเป็นกรด เบส หรือค่า pH

pH (พีเอช) ย่อมาจาก positive potential of the hydrogenions

pH (พี เอช) หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีอยู่ในน้ำ

1. กรด เบส ในชีวิตประจำวัน (Acid Base in Everyday Life) สารประกอบจำพวกกรด เบส มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมาก ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจว่า กรด เบส คืออะไร อย่างง่ายๆ สารละลายกรด คือ สารละลายที่มีรสเปรี้ยว เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดงหรือทำปฏิกิริยากับโลหะได้ แก๊ส H_2 และ เกลือ สารละลายเบส คือ สารละลายที่มีรสขม เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน หรือมีลักษณะลื่นๆ สารละลายกรด เบส

1.2 นิยามของกรด-เบส

Arrhenius Concept

กรด คือ สารประกอบที่มี H และเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ H^+ หรือ H_3O^+ เบส คือ สารประกอบที่มี OH และเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ OH^- ข้อจำกัดของทฤษฎีนี้คือ สารประกอบต้องละลายได้ในน้ำ และไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมสารประกอบบางชนิดเช่น NH_3 จึงเป็นเบส

Bronsted-Lowry Concept

กรด คือ สารที่สามารถให้โปรตอน (proton-donor) แก่สารอื่น
เบส คือ สารที่สามารถรับโปรตอน (proton acceptor) จากสารอื่น
ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสจึงเป็นการถ่ายเทโปรตอนจากกรดไปยังเบสเช่น แอมโมเนียละลายในน้ำ

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} = NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

ในปฏิกิริยาไปข้างหน้า NH_3 จะเป็นฝ่ายรับโปรตอนจาก H_2O ดังนั้น NH_3 จึงเป็นเบสและ H_2O เป็นกรด แต่ในปฏิกิริยาย้อนกลับ NH_4^+ จะเป็นฝ่ายให้โปรตอนแก่ OH^- ดังนั้น NH_4^+ จึงเป็นกรดและ OH^- เป็นเบส อาจสรุปได้ว่าทิศทางของปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับความแรงของเบส

Lewis Concept

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรด คือ สารที่สามารถรับอิเลคตรอนคู่โดดเดี่ยว (electron pair acceptor) จากสารอื่น

เบส คือ สารที่สามารถให้อิเลคตรอนคู่โดดเดี่ยว (electron pair donor) แก่สารอื่น ทฤษฎีนี้ใช้อธิบาย กรด เบส ตาม concept ของ Arrhenius และ Bronsted-Lowry ได้ และมีข้อได้เปรียบคือ สามารถอธิบาย กรด เบส ในกรณีที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างกัน และได้สารประกอบที่มีพันธะโควาเลนซ์ เช่น

$$OH^-(aq) + CO_2(aq) \longrightarrow HCO_3^-(aq)$$

$$BF_3 + NH_3 \longrightarrow BF_3\text{-}NH_3$$

1.3 การแตกตัวของน้ำและค่า pH ของสารละลาย

น้ำบริสุทธิ์จัดเป็นตัวทำละลายที่สำคัญ เป็นพวกนอน-อิเลคโตรไลท์ (nonelectrolyte) หรือไม่สามารถนำไฟฟ้า แต่จากการทดลองพบว่า น้ำบริสุทธิ์นำไฟฟ้าได้บ้างเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะว่าน้ำสามารถแตกตัวได้เอง ซึ่งเรียกว่า self - ionization หรือ autoprotolysis

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-(aq)$$

หรือ $$2H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

จากความสัมพันธ์ของ K_w ในปฏิกิริยาการแตกตัวของน้ำ

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ ที่ } 25\ ^\circ C$$

(K_w ที่ $0\ ^\circ C = 0.12 \times 10^{-14}$ และ ที่ $60\ ^\circ C = 9.6 \times 10^{-14}\ M^2$)

จะได้ $$pK_w = pH + pOH$$

โดยที่ pH ของ น้ำ = $-\log [H_3O^+] = 7$ และ pOH ของ น้ำ = $-\log[OH^-] = 7$ โดยทั่วไปแล้ว ค่า pH ของสารละลายที่พบอยู่ทั่วไป จะมีค่าอยู่ในช่วง 1-14 เท่านั้น อย่างไรก็ตามค่า pH อาจแสดงค่าเป็นลบหรือมีค่ามากกว่า 14 ได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ความร้อน (Heating Value)

ค่าความร้อน (Heating Value) ของเชื้อเพลิง หมายถึง ค่าพลังงานความร้อน ของเชื้อเพลิง เมื่อเทียบต่อ 1 หน่วยน้ำหนักหรือปริมาตรของเชื้อเพลิง โดยมีหน่วยเป็น kJ/kg, kcal/kg, Btu/lb หรือ kcal/litre เป็นต้น และมีคำจำกัดความ คือปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท หรือคายออกจาก ปฏิกิริยาการ เผาไหม้ของเชื้อเพลิง ที่เกิดอย่างสมบูรณ์ (Complete Combustion) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ ของปฏิกิริยาการเผาไหม้ (ก๊าซไอเสีย) เย็นตัวลงจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเริ่มต้น ที่สภาวะ มาตรฐานของเชื้อเพลิง และอากาศที่เผาไหม้ ซึ่งคำว่าสภาวะมาตรฐานในที่นี้ คือ ความดัน สัมบูรณ์ 1 บรรยากาศ(atm) และอุณหภูมิ 250 $^{\circ}$C (77 $^{\circ}$F)

โดยปกติค่าความร้อน (Heating Value) ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด จะถูกกำหนดขึ้น จากการ ทดลองเผาเชื้อเพลิง ในอุปกรณ์ที่เรียกว่า บอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (Bomb Calorimeter) ตามมาตรฐาน ASTM D 2015 ซึ่งจะกำหนดค่า ความร้อนไว้ 2 ค่าคือ

2.4.4.1 ค่าความร้อนสูง (High Heating Value หรือ Gross Heating Value หรือ HHV) และ

2.4.4.2 ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value หรือ Net Heating Value หรือ LHV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 การทดลองหาค่าความหนาแน่น (Density)

ตามทฤษฎี ที่กล่าวว่า ความถ่วงจำเพาะ เป็นอัตราส่วน เปรียบเทียบ ระหว่างค่าความหนาแน่นของวัตถุ กับค่าความหนาแน่น ของของไหลมาตรฐาน ซึ่งของไหลมาตรฐานที่ใช้ ได้แก่น้ำ โดยที่น้ำมีความหนาแน่นประมาณ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังนั้น ค่าความถ่วงจำเพาะของวัตถุใด ๆ ที่ใช้ค่าความหนาแน่นของน้ำ เป็นของไหลมาตรฐานในการเปรียบเทียบ จึงมีค่าใกล้เคียงที่สุด หรือถือได้ว่าเท่ากับค่าความหนาแน่นของวัตถุนั้น ๆ ดังนี้

ความถ่วงจำเพาะของวัตถุ = ความหนาแน่นของวัตถุ / ความหนาแน่นของน้ำ

= ความหนาแน่นของวัตถุ / 1

ดังนั้น ความถ่วงจำเพาะของวัตถุ = ความหนาแน่นของวัตถุ

ค่าความหนาแน่น ที่ได้จากการทดสอบ จึงหมายถึง ค่าความถ่วงจำเพาะของวัตถุนั้น ๆ ซึ่งการทดสอบ หาค่าความหนาแน่นของของเหลว มีหลายวิธี จำแนกตามลักษณะของวัสดุที่ต้องการทดสอบ เช่น วัสดุอยู่ในรูปผงหรือของเหลว จะหาความหนาแน่นโดยใช้ขวดพิคโนมิเตอร์ (Pycnometer) หากเป็นก้อนวัสดุ ใช้การชั่งน้ำหนักวัสดุ นำมาเปรียบเทียบกับมวลของน้ำ ถ้าเป็นของผสม เช่น น้ำดิน น้ำเคลือบ ใช้การหาค่าความหนาแน่น โดยการชั่งน้ำหนัก หรือใช้ไฮโดรมิเตอร์

1. การหาค่าความหนาแน่นโดยใช้ขวดพิคโนมิเตอร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ขวดพิคโนมิเตอร์พร้อมฝา ขนาดปริมาตร (v) 25 cm^3.

2. ตาชั่งอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

- กลีเซอรีนเหลว

ภาพที่ 3.1 แสดงขวดกลีเซอรีน

- น้ำมันเตา

ภาพที่ 3.2 แสดงขวดน้ำมันเตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. อบขวดพิคโนมิเดอร์พร้อมฝาให้แห้งสนิท ชั่งน้ำหนักบันทึกน้ำหนักเป็น P (กรัม)

2. เทกลีเซอรีนเหลว (น้ำมันเดา) ลงในขวดพิคโนมิเตอร์ แล้วนำไปชั่งน้ำหนักบันทึก น้ำหนักเป็น W (กรัม)

3. นำค่า W - P แล้วบันทึกค่าเป็น m

4. คำนวณตามสูตร

ความหนาแน่น (ρ) = m / v

เมื่อ

ρ หมายถึง ความหนาแน่น (g / cm3) หรือ (kg/ m^3)

m หมายถึง น้ำหนักของวัสดุที่ใช้ทดลอง (g)

v หมายถึง ปริมาตรของพิคโนมิเตอร์เท่ากับ 25 cm^3.

3.1.1 การหาค่าความหนาแน่นโดยใช้การชั่งน้ำหนัก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ตาชั่งอิเล็กทรอนิกส์

2. มีดเพื่อใช้ตัด

3. ไม้บรรทัดวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทดลอง

- กลีเซอรีนแข็ง

ภาพที่ 3.3 แสดงขวดกลีเซอรีนแข็ง

วิธีการทดลอง

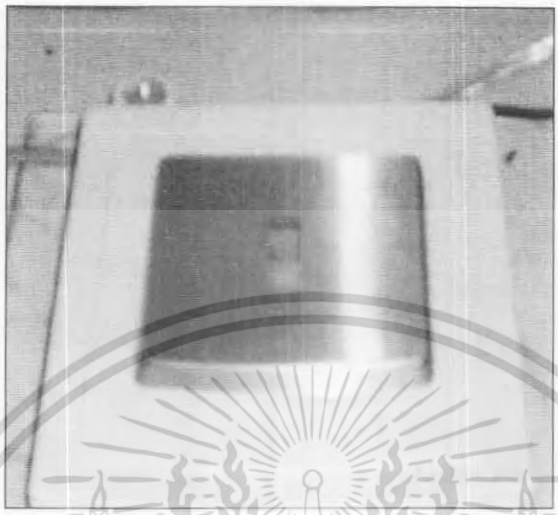
1. ตัดกลีเซอรีนแข็งให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม

ภาพที่ 3.4 แสดงก้อนกลีเซอรีนแข็งที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.วัดขนาดของรูปสี่เหลี่ยมที่ตัดแล้วทำการบันทึกค่าเป็น กว้าง (W) ยาว (L) สูง (H)

3. นำกลีเซอรีนแข็งที่ตัดเป็นรูปเหลี่ยมไปชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกค่าเป็น m (kg)



ภาพที่ 3.5 แสดงการชั่งกลีเซอรีนแข็งที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยม

4. คำนวณตามสูตร

ความหนาแน่น (ρ) = m / v

เมื่อ

ρ หมายถึง ความหนาแน่น (kg/m^3)

m หมายถึง น้ำหนักของกลีเซอรีนแข็ง (kg)

v หมายถึง ปริมาตรของกลีเซอรีนโดแล้วนำค่า $W \times L \times H$ (m^3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทดลองหาค่าความหนืด (Viscosity)

เครื่องมือที่ใช้วัดความหนืดหรือความข้นใสเรียกว่า Viscometer ซึ่งมีมากมายหลายอย่างด้วยกัน เครื่องมือที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดก็คือ Kinematic Viscometer ซึ่งวิธีการวัดความหนืดหรือความข้นใสทำได้โดยการจับเวลาที่น้ำมันไหลตามอุณหภูมิที่ได้กำหนดแล้วคำนวณหาค่าความหนืดหรือความข้นใสจากการจับเวลาที่วัดได้กับค่า Constant ของ Viscometer นั้น ความหนืดหรือความข้นใสที่หาด้วยวิธีนี้เรียกว่า ความหนืดหรือความข้นใส Kinematic นอกจากนี้ยังมี Viscometer แบบอื่นๆ อีกหลายแบบ แต่ส่วนมากวิธีวัดความหนืดหรือความข้นใสคล้ายกัน คือ จับเวลาที่น้ำมันจำนวนหนึ่งไหลผ่าน Orific ของ Viscometer ที่อุณหภูมิที่กำหนด เวลาที่วัดได้คิดเป็นวินาที ก็คือ ความหนืดหรือความข้นใสของน้ำมันวัดได้โดย Viscometer ชนิดนั้น

ความหนืดแบบคิเนเมติก (Kinematic Viscometer) เครื่องมือวัดความหนืด (Viscometer) จะมีลักษณะดังรูปข้างล่างนี้

ภาพที่ 3.6 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด

ความหนืดแบบคิเนเมติก (Kinematic Viscometer ,ν)

ถ้าหาค่าความหนืด μ ด้วยความหนาแน่นของของไหลนั้นที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ค่าที่ได้จะเรียกว่า ความหนืดแบบคิเนเมติก (Kinematic Viscometer ,ν)

$$\nu = \mu / \rho$$

เมื่อ ν คือ ค่าความหนืดแบบคิเนแมติกถ้ากำหนดมาตรฐานของค่าความหนืดแบบคิเนติกโดยใช้เครื่องมือกำหนดเป็นมาตรฐานโดย ASTM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบหน่วยเมตริกจะมีหน่วยเป็น เซนติสโตกก์ (Centistoke , cSt)

การหาค่าความหนืดหรือความข้นใสของน้ำมันชนิดต่างๆ มีวิธีการหาค่าความหนืดได้ถึง 5 วิธี ด้วยกัน คือ

1. แบบเซย์โบลต์ยูนิเวอร์แซล (Saybolt Universal)
2. แบบเซย์โบลต์ฟูรอล (Saybolt Furol)
3. แบบเรดวูด No.1
4. แบบเรดวูด No.2
5. แบบอิงเลอร์หรือแบบเยอรมัน

ซึ่งในการทดลองหาค่าความหนืดนี้ จะหาค่าความหนืดโดยวิธี แบบเซย์โบลต์ยูนิเวอร์แซล (Saybolt Universal)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องทดสอบหาค่าความหนืด (Viscometer)
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. บิกเกอร์ขนาด 250 ml.

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความหนืด (V_s)

แบบ Saybolt Universal

ถ้า $32 < t < 100$ จะใช้สูตร $V_s = 0.00226t - 1.95/t$

ถ้า $t > 100$ จะใช้สูตร $V_s = 0.00226t - 1.95/t$

เมื่อ t คือ เวลาในการไหลของน้ำมัน , วินาที (s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้สำหรับการทดลอง

- กลีเซอรีนเหลว
- น้ำมันเตา

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องวัดความหนืด (Viscometer)

ภาพที่ 3.7 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด

2. ปรับตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องไปที่ 40 องศาเซลเซียส รอจนกระทั่งอุณหภูมิของเครื่องได้ตามที่ตั้งไว้ ซึ่งจะดูอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์ที่อยู่ด้านบนของเครื่อง

ภาพที่ 3.8 แสดงการปรับตั้งเครื่องทดสอบค่าความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่ออุณหภูมิได้ที่แล้วก็เทน้ำมันลงไปในช่องของเครื่องจนเต็ม ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที

ภาพที่ 3.9 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด

4. ดึงจุกของเครื่องออกพร้อมทั้งเริ่มทำการจับเวลา และจะเลิกจับเวลาเมื่อน้ำมันไหลจนถึงปริมาณที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะบันทึกเวลาเป็นวินาที

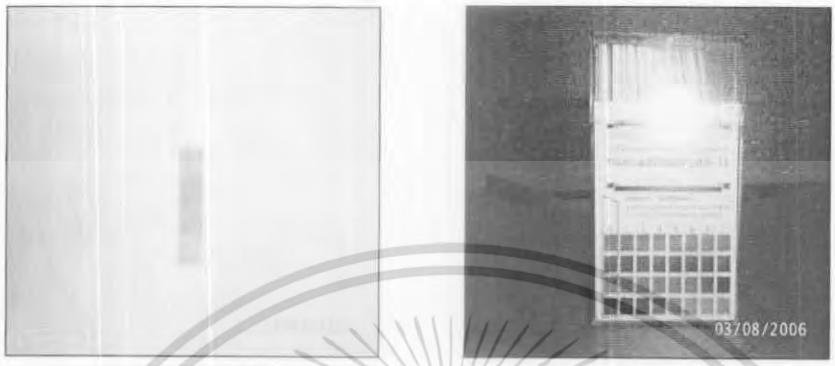
ภาพที่ 3.10 แสดงการเปิดเครื่องทดสอบค่าความหนืด

3.3 การทดลองหาค่าความเป็นกรด – เบส หรือค่า PH

ในการทดลองหาค่าความเป็นกรด - เบส หรือที่เรียกกันว่า ค่า pH ก็เพื่อต้องการทราบถึงคุณสมบัติที่จะมีผลต่ออุปกรณ์และชิ้นส่วนของเครื่องจักร ซึ่งค่า pH นั้นจะมีค่าเป็นตัวเลข ตั้งแต่ 1 - 14 ซึ่งถ้าค่า pH เท่ากับ 7 จะเป็นกลาง แต่ถ้าค่า น้อยกว่า 7 จะเป็นกรด และถ้าค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH มากกว่า 7 ก็จะเป็นด่างหรือเบส ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่า pH นั้นคือ กระดาษลิตมัส จะเป็นแผ่นบางๆ และจะมีแถบสีเพื่อบอกค่า pH อยู่ติดข้างกล่องเพื่อเทียบดูว่าวัสดุนั้นจะมีค่า pH เท่ากับเท่าไร ซึ่งแผ่นวัดค่า pH จะมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 3.11 ลักษณะของแผ่นวัดค่า pH

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- กระดาษลิตมัส

วัสดุที่ใช้สำหรับการทดลอง

- กลีเซอรีนเหลว
- กลีเซอรีนแข็ง
- น้ำมันเตา

วิธีการทดลอง

1. นำกระดาษลิตมัสไปจุ่มลงในน้ำมันเตา และกลีเซอรีน

2. นำกระดาษลิตมัสที่ใช้ทดลองแล้วไปเปรียบเทียบกับแถบสีที่ได้บอกไว้ข้างกล่อง

3. อ่านค่าที่ได้เป็นตัวเลขเปรียบเทียบกับข้างกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทดลองหาค่าความร้อน

เป็นการทดสอบค่าความร้อนด้วยวิธีมาตรฐาน สำหรับหาค่าความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน โดยใช้เครื่อง บอมบ์-แคลอรี่มิเตอร์ (Bomb Calorimeter) ภายใต้สภาวะปกติ วิธีการทดสอบนี้ใช้ได้กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน น้ำมันก๊าซ น้ำมันดีเซล เชื้อเพลิงกังหันแก๊ส เป็นต้น และวิธีการทดสอบนี้จะไม่สามารถแสดงค่าซ้ำๆ ได้หลายครั้งและไม่สามารถทำการทดลองใหม่ได้อีก ซึ่งค่าความร้อนที่ได้จะแสดงอยู่ในหน่วย SI

มาตรฐาน ASTM ที่ใช้ในการทดสอบนี้ คือ D 4809 เป็นวิธีทดสอบหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้ในเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนเหลว โดยใช้เครื่อง บอมบ์-แคลอรี่มิเตอร์ (Bomb Calorimeter)

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ห้องทดลอง (Test room)
2. บอมบ์ (Bomb)
3. แคลอรี่มิเตอร์ (Calorimeter)
4. แจ็คเก็ต (Jacket)
5. เทอร์โมมิเตอร์

วัสดุที่ใช้สำหรับการทดลอง

1. กลีเซอรีนเหลว
2. น้ำมันพืช
3. น้ำมันเดา

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. Benzoic Acid
2. Gelatin Capsules
3. Methyl หรือ Methyl Red Indicator
4. Mineral oil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Oxygen

6. Pressure Sensitive Tape-Celloplane หนา 38 มม. (1.5 นิ้ว)

7. Alkali , วิธีการมาตฐาน

- วิธีการ Sodium HydroXide (0.0866 mol/l) สารละลาย 3.5 กรัม ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaoH) ที่เจือจางในน้ำ 1 ลิตร

8. Trimethylpentane (Isooctane)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ทดลอง โดยจะใช้ตัวอย่างที่ใช้ทดลองประมาณ 0.1 mg. และใช้กรดเบนโซอิกประมาณ 0.9 – 1.1 g.

2. เตรียมน้ำในบอมบ์ ซึ่งจะใช้น้ำ 1.0 ml. โดยใช้หลอดดูด

3. เตรียมออกซิเจน ที่จะใช้กับการทดลองนี้ โดยใช้ออกซิเจนกับบอมบ์ ซึ่งใช้ออกซิเจนที่มีความดัน 3.0 Mpa. ซึ่งจะอ่านจากเกจวัดความดันที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งช่วงนี้ห้ามมีการเคลื่อนย้ายบอมบ์ ออกซิเจนเริ่มต้นจะมีความดันที่สามารถใช้ได้จะอยู่ในช่วงจาก 2.5 – 3.5 Mpa. เหมือนกับความดันที่ใช้กับการทดสอบทั้งหมด

4. ทำการเปิดเครื่องแคลอรี่มิเตอร์ และเซตเครื่องให้พร้อม

5. ในการทดลองนี้จะมีทั้งวิธี Isothermal Jacket Method และ Adiabatic Jacket Method ซึ่งการทดสอบนี้เราจะใช้วิธี Adiabatic Jacket Method

6. เริ่มต้นจะพบว่าอุณหภูมิที่ Jacket จะต่ำกว่าอุณหภูมิบ้างในแคลอรี่มิเตอร์ เริ่มทำการรันเครื่องทิ้งไว้ 5 นาที เพื่อให้อุณหภูมิคงที่ แล้วก็ทำการอ่านค่าอุณหภูมิที่ Jacket กับภายในแคลอรี่มิเตอร์ โดยอุณหภูมิที่อ่านได้จะตองนำมาบวกลบ 0.01 °c ก็จะได้อุณหภูมิที่แท้จริง ซึ่งถือไว้ประมาณ 3 นาที ก็ทำการค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป แล้วก็ทำการบันทึกค่าที่ได้ ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิของแคลอรี่มิเตอร์จะมีค่าใกล้เคียงกัน และต่อจากนั้นอีก 1 นาที ก็ทำการอ่านค่าที่แคลอรี่มิเตอร์ ซึ่งก็ทำการบันทึกค่าเป็นอุณหภูมิสุดท้าย

7. ทำการวิเคราะห์ปริมาณบอมบ์ ก็จะได้ค่าที่ต้องการ

8. ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

9. ทำการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าจากการทดสอบ โดยใช้สูตรและรายละเอียดในการทดลองแบบ D 4809

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การทดลองนำกลีเซอรีนเหลวผสมกับน้ำมันเตาเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงเตาผาและห้องเบอร์นเนอร์

ขั้นตอนในการทดลอง ก็คือ ชั่งน้ำมันเตาให้ได้ตามที่ต้องการแล้วก็นำไปเทผสมในบ่อน้ำมันเตา โดยอัตราส่วนที่ทำการทดลองก็มีดังนี้ น้ำมันเตา 90 % กับกลีเซอรีนเหลว 10 % น้ำมันเตา 80 % กับกลีเซอรีนเหลว 20 % และน้ำมันเตา 70 % กับกลีเซอรีน 30 %

ภาพที่ 3.13 การเทกลีเซอรีนเหลวผสมกับน้ำมันเตา

เมื่อเทกลีเซอรีนเหลวผสมกับน้ำมันเตาแล้วก็ทำการสังเกตดูมิเตอร์วัดค่าความร้อนวัดค่าความร้อนว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือลดลงหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงมิเตอร์วัดค่าความร้อนในเตาเผา

3.6 การทดลองหาค่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการละลาย

จากลักษณะของกลีเซอรีนที่มีคุณสมบัติเป็นไขแข็ง เราจึงต้องการที่จะรู้ว่าถ้าเรานำกลีเซอรีนไปอบที่อุณภูมิสูงจะมีการละลายหรือไม่ และถ้าละลายจะละลายที่อุณภูมิกี่องศาและก็ต้องการวัดค่า pH ของกลีเซอรีนแข็งเมื่อหลอมละลายแล้วจะมีค่า pH เท่ากับกลีเซอลีนเหลวหรือเปล่า และจะมีค่า pH เท่าไร นอกจากนี้เรายังมีแนวคิดว่าจะนำกลีเซอรีนไปผสมกับขี้ผึ้งพาราฟินเพื่อทำเทียนไข เพราะฉะนั้นเราจึงต้องการทราบจุดหลอมละลายของกลีเซอรีนแข็ง เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับจุดหลอมละลายของขี้ผึ้งพาราฟิน

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.15 แสดงลักษณะของเครื่องอบ

2. ถ้วยที่ใช้ใส่กลีเซอรีนในการอบ

วัสดุที่ใช้สำหรับการทดลอง

กลีเซอรีนแข็ง

- กลีเซอรีนสีขาว
- กลีเซอรีนสีเข้ม

วิธีการทดลอง

1. นำกลีเซอรีนใส่ถ้วยโดยแยกระหว่างสีขาวและสีเข้มแล้วนำไปใส่ในตู้อบ
2. เปิดเครื่องอบ แล้วทำการปรับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 40 °c แล้วก็ปรับให้อุณหภูมิสูงขึ้นไปเรื่อยๆ และก็เปิดตู้อบดูการเปลี่ยนแปลงเรื่อย ๆ สังเกตุจนกลีเซอรีนละลายก็ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การทดลองนำกลีเซอรีนมาผสมกับขี้ผึ้งพาราฟินเพื่อหล่อเป็นเทียนไข

ในการทดลองนี้เราจะหล่อเทียนทั้งหมด 5 อย่าง ก็คือ เทียนไขจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100 % ,เทียนไขจากกลีเซอรีน 100 % , เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30 % กับขี้ผึ้งพาราฟิน 70 % , เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 20 % กับขี้ผึ้งพาราฟิน 80 % , เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 10 % กับขี้ผึ้งพาราฟิน 90 % ซึ่งเมื่อได้เทียนตามที่ต้องการแล้วก็จะทำการพิจารณาว่าเทียนในอัตราส่วนผสมใดที่มีความเหมาะสม โดยวิธีการพิจารณาก็จะทดลองจุดเทียนในแบบต่างๆ ต่อไป

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ตาชั่ง
2. บล็อกเทียน
3. ด้าย ที่ใช้ทำเป็นไส้เทียน
4. เตาอบ เพื่ออบหลอมละลายกลีเซอรีนและขี้ผึ้งพาราฟิน
5. ถ้วยใส่กลีเซอรีนและเทียนเพื่อนำไปอบ
6. ช้อนโต๊ะ

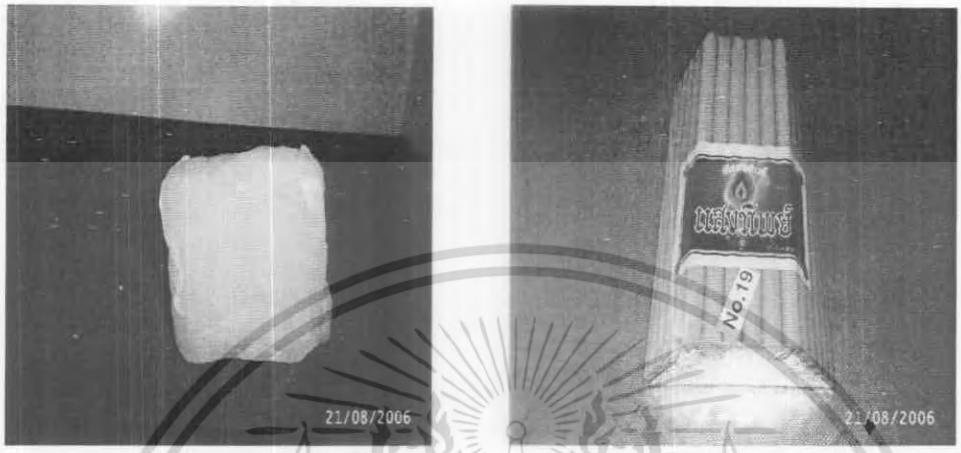
วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. กลีเซอรีนแข็งสีขาว

ภาพที่ 3.16 แสดงกลีเซอรีนแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขี้ผึ้งพาราฟินหรือเทียนไขบริสุทธิ์



ภาพที่ 3.17 แสดงขี้ผึ้งพาราฟินหรือเทียนไขบริสุทธิ์

วิธีการทดลอง

1. ชั่งกลีเซอรีนและพาราฟินในอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้

ภาพที่ 3.18 แสดงชั่งกลีเซอรีนและพาราฟินในอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำขี้ผึ้งพาราฟินและกลีเซอรีนไปอบในเครื่องอบ

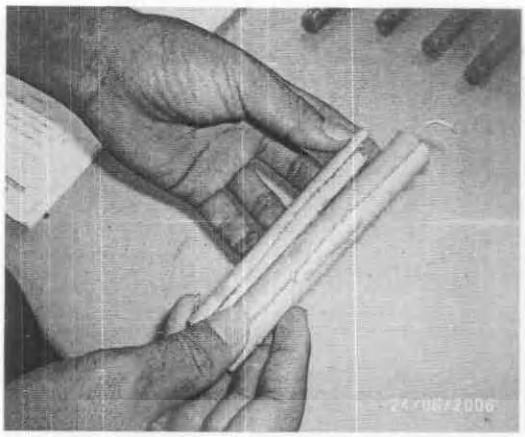
ภาพที่ 3.19 แสดงเครื่องอบ

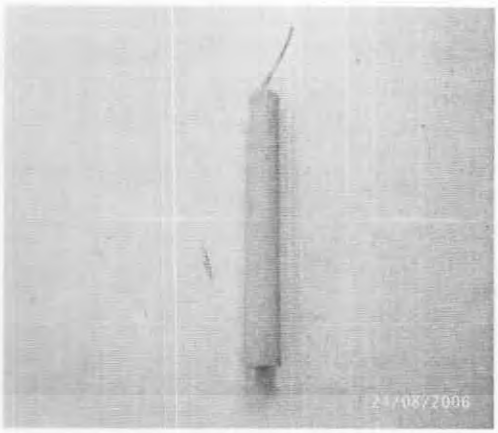
3. เมื่อขี้ผึ้งพาราฟินและกลีเซอรีนหลอมละลายแล้วก็ทำการคนให้เข้ากันก่อนที่จะนำออกมาจากตู้อบ เพื่อนำไปเทใส่บล็อก

ภาพที่ 3.20 การหล่อเทียนไข

4. เมื่อเทส่วนผสมลงไปในบล็อกเรียบร้อยแล้วก็รอจนกว่าจะแห้ง เมื่อแห้งดีแล้วก็ทำการแกะบร็อคออกก็จะได้เทียนตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





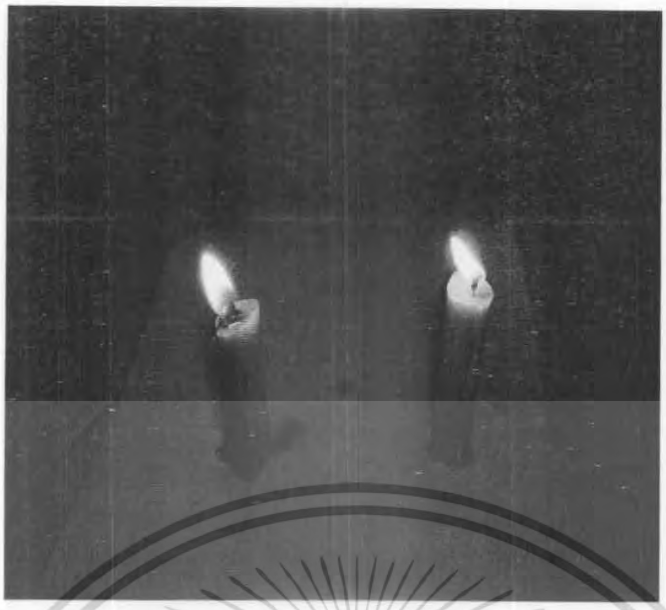
ภาพที่ 3.21 เทียนไขที่แกะออกจากบล๊อค

5. ทำการทดลองจุดเทียนที่ได้เพื่อทดสอบว่าติดไฟหรือไม่ และการหลอมละลายใกล้เคียงกันหรือเปล่า

การทดลองจุดเทียนไข

ในการทดลองจุดเทียนไขเปรียบเทียบกันนั้น เราจะใช้เทียนที่ผสมคลีเซอรีน 30 % เปรียบเทียบกับเทียนจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100 % โดยความยาวของเทียนที่ใช้ในการทดลอง คือ 4 เซนติเมตร ดูว่าเทียนทั้งสองชนิดนี้จะมีระยะเวลาในการหลอมละลายจนหมดใช้เวลาเท่าไรก็ทำการจับเวลาและบันทึกค่าที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.22 การทดลองจุดเทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30 % เปรียบเทียบกับเทียนไขบริสุทธิ์

การทดลองวัดค่าแสงของเทียนไข

ในการทดลองวัดค่าแสงของเทียนไขเพื่อเปรียบเทียบกันนั้น เราจะใช้เทียนที่ผสมกลีเซอรีน 30 % เปรียบเทียบกับเทียนจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100 % โดยความยาวของเทียนที่ใช้ในการทดลอง คือ 4 เซนติเมตร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าแสงของเทียนไข คือ ลักซ์มิเตอร์ (Lux meter) โดยการทำการทดลอง จะต้องทำในห้องมืดที่ไม่มีแสงสว่างอื่นรบกวนเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด วิธีการวัด ก็คือ นำเครื่องด้านที่ใช้วัดไปวัดที่เปลวไฟของเทียนไข โดยเครื่องวัดจะห่างจากเปลวไฟประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วก็ทำการอ่านค่าที่ได้จากเครื่อง และทำการบันทึกค่าที่ได้โดยหน่วยที่วัดได้ คือ หน่วย ลักซ์ (Lux)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.23 เครื่องมือวัดค่าแสงลักซ์มิเตอร์ (Lux meter)

ภาพที่ 3.24 วิธีการวัดค่าแสงโดยลักซ์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดลองหาค่าความหนาแน่น(Density)

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาค่าความหนาแน่น

วัสดุ	น้ำหนัก (Kg)	ปริมาตร (m^3)	ความหนาแน่น (Kg/m^3)
กลีเซอรีนเหลว	0.0243	0.025	972
กลีเซอรีนแข็ง	0.00116	0.756	1.534
น้ำมันเดา	0.0239	0.025	956

4.2 ผลการทดลองหาค่าความหนืด(Viscosity)

ค่าความหนืดของกลีเซอรีน ที่อุณหภูมิ 40°C

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาค่าความหนืดของกลีเซอรีน

ครั้งที่	เวลา (s)	ค่าความหนืด (cSt)
1	55.31	8.97
2	55.10	8.91
3	54.21	8.65
	เฉลี่ย	8.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความหนืดของน้ำมันเตาที่อุณหภูมิ 40 °C

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาค่าความหนืดของน้ำมันเตา

ครั้งที่	เวลา (s)	ค่าความหนืด (cSt)
1	70.4	13.38
2	70.4	13.14
3	71.0	13.29
	เฉลี่ย	13.27

4.3 ผลการทดลองหาค่าความเป็นกรด – ด่าง(pH)

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่าง

ชนิดวัสดุ	ค่าpH
กลีเซอรีนเหลว	5
กลีเซอรีนแข็ง	10
น้ำมันเตา	7

*ส่วนค่า pH ของกลีเซอรีนแข็งเมื่อมีการนำไปหลอมละลายพบว่าจะมีค่าpHเท่ากับ12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองหาค่าความร้อน

กลีเซอรีน

มีค่าความร้อนการเผาไม้แบบกรอส(gross) 6,048 cal/g

น้ำมันพืช

มีค่าความร้อนการเผาไม้แบบกรอส(gross) 10,816 cal/g

น้ำมันเตา

มีค่าความร้อนการเผาไม้แบบกรอส(gross) 10,000 cal/g

4.5 ผลการทดลองนำกลีเซอรีนผสมกับน้ำมันเตาเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนการผสมที่น้ำมันเตา 90% ผสมกลีเซอรีนเหลว 10% พบว่าค่าความร้อนที่วัดได้ในเตาเผาไม่มีการเปลี่ยนแปลง ที่ผสมกลีเซอรีนเหลว 20% ค่าความร้อนที่วัดได้ก็ไม่เปลี่ยนแปลงและสุดทายที่ผสมกลีเซอรีนเหลว 30% ค่าความร้อนที่ได้ลดลงจากเดิม

4.6 ผลการทดลองหาค่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการละลาย

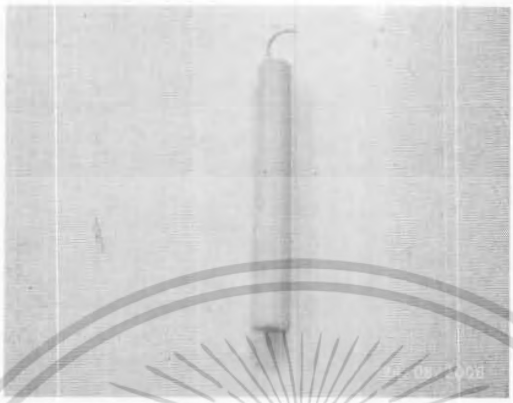
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองหาค่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการละลาย

อุณหภูมิ (°C)	วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	
	กลีเซอรีนสีขาว	กลีเซอรีนสีเข้ม
40	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย
50	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย
60	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย
70	เริ่มอ่อนตัว	ไม่ละลาย
80	ละลาย	เริ่มอ่อนตัว
90	ละลายจนเป็นน้ำ	ละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการทดลองนำกลีเซอรีนมาผสมกับขี้ผึ้งพาราฟินเพื่อหล่อเป็นเทียนไข

เทียนไขจากขี้ผึ้งพาราฟิน100%



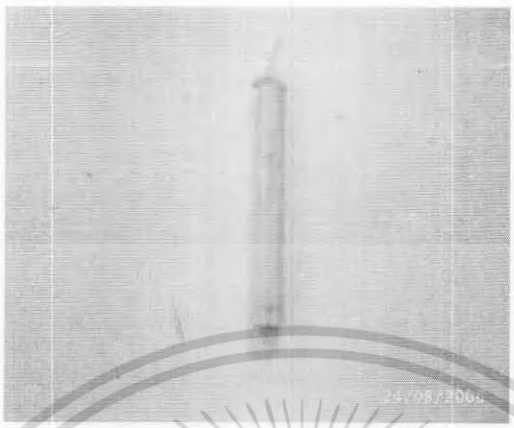
ภาพที่ 4.1 เทียนไขจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100%

เทียนไขจากกลีเซอรีน100%

ภาพที่ 4.2 เทียนไขจากกลีเซอรีน100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 10% กับขี้ผึ้งพาราฟิน 90%



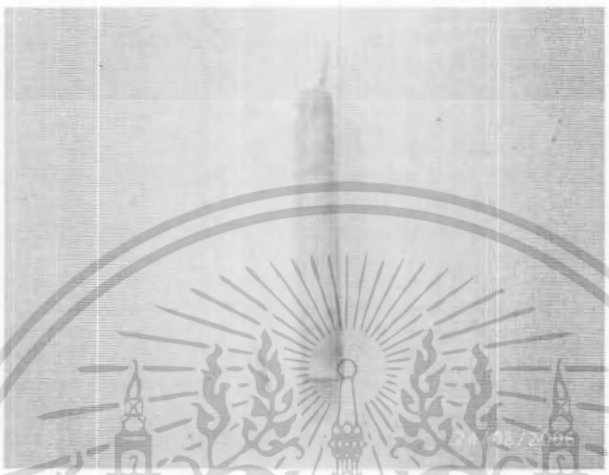
ภาพที่ 4.3 เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน10% กับขี้ผึ้งพาราฟิน90%

เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 20% กับขี้ผึ้งพาราฟิน 80%

ภาพที่ 4.4 เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 20% กับขี้ผึ้งพาราฟิน 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30% กับขี้ผึ้งพาราฟิน 70%



ภาพที่ 4.5 เทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30% กับขี้ผึ้งพาราฟิน 70%

ผลการทดลองจุดเทียน

ภาพที่ 4.6 การทดลองจุดเทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30% เปรียบเทียบกับเทียนไขบริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองจุดเทียน

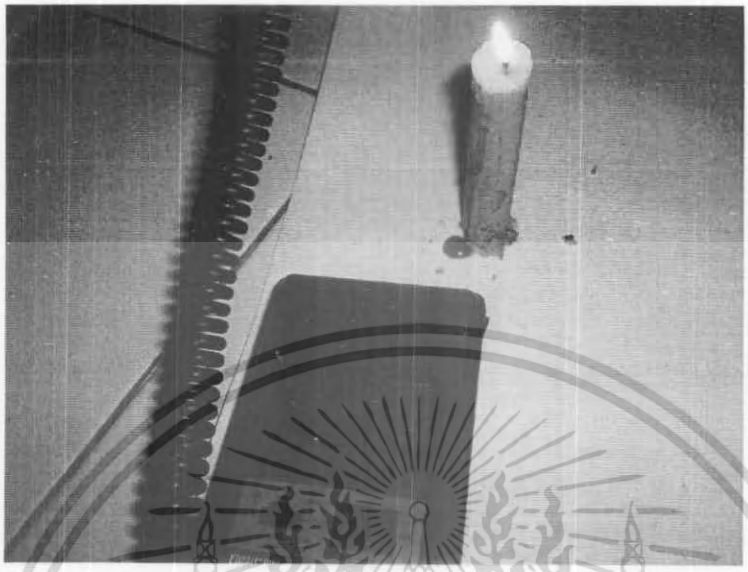
ความยาวของเทียนที่ใช้ทดลอง 4cm.	
ชนิด	เวลาที่เทียนไขหมด(นาที)
เทียนไข 100%	11
เทียนไขผสมกลีเซอรีน 30 %	11

จากเทียนที่ได้ทั้ง 5 ชนิดได้มีการทดลองนำมาจุด ก็พบว่าเทียนไขจากกลีเซอรีน 100 % จะจุดไม่ติดแต่เทียนไขที่ทำการผสมสามารถจุดติดไฟได้ทั้งหมด

จากผลการจุดเทียนทั้ง 2 ชนิดดังในตารางข้างบนนี้ก็พบว่า มีปริมาณการเผาไหม้ที่ใกล้เคียงกัน และขนาดของเปลวไฟก็มีขนาดใกล้เคียงกัน แต่จากการจุดเทียนก็พบว่าเทียนที่ผสมกลีเซอรีนจะมีน้ำตาเทียนไหลออกมา มากกว่าเทียนไขบริสุทธิ์ซึ่งจากผลดังกล่าวก็สามารถบอกได้ว่าเทียนบริสุทธิ์เวลาที่จุดไฟจะมีการเผาไหม้ขี้ผึ้งพาราฟินที่เป็นส่วนผสมในการทำเทียนไขไปด้วย แต่ผสมกลีเซอรีนจะไม่ค่อยมีการเผาไหม้ไขเทียนมากนัก และจากการสังเกตการติดไฟของเทียนไขจะเห็นว่าเทียนบริสุทธิ์จะมีควันมากกว่าเทียนผสมกลีเซอรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองวัดค่าแสงของเทียนไข



ภาพที่ 4.7 ผลการวัดค่าแสงของเทียนไขจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100%

ภาพที่ 4.8 ผลการวัดค่าแสงของเทียนไขผสมกลีเซอรีน 30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองการวัดค่าแสงของเทียนไข

ความยาวของเทียนที่ใช้ทดลอง 4 cm.	
ชนิด	ปริมาณแสงที่วัดได้ (ลักซ์)
เทียนไข 100 %	20
เทียนไขผสมกลีเซอรีน 30 %	18

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นได้ว่า ค่าปริมาณของแสงที่วัดได้ระหว่างเทียนไขจากขี้ผึ้งพาราฟิน 100% กับเทียนไขที่ผสมกลีเซอรีน 30% พบว่าต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

สำหรับการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกลีเซอรีนจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจะได้ค่าและคุณสมบัติที่เป็น ดังนี้

กลีเซอรีนจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. กลีเซอรีนแข็ง
2. กลีเซอรีนเหลว

ตารางสรุปค่าคุณสมบัติที่ได้จากการทดลอง

คุณสมบัติ	ชนิดของกลีเซอรีน	
	กลีเซอรีนเหลว	กลีเซอรีนแข็ง
ความหนาแน่น (kg/m^3)	972	1534
ความหนืด (cSt)	13.27	-
ค่าพีเอช (PH)	5	10
ค่าความร้อน (cal/g)	6048	-

จากการศึกษาทดลองนำกลีเซอรีนมาใช้ประโยชน์ เราก็สามารถสรุปถึงประโยชน์ของกลีเซอรีนหลัก ๆ ได้ ดังนี้

1. นำกลีเซอรีนมาใช้ทำสบู่
2. นำกลีเซอรีนเหลวผสมกับน้ำมันเตาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม

โดยอัตราส่วนการผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ น้ำมันเตา 80 % กลีเซอรีนเหลว 20 %จะไม่มีปัญหาในเรื่องค่าความร้อนในเตาเผาโดยค่าความร้อนที่ได้จะเหมือนเดิม แต่ถ้าเราผสมกลีเซอรีนเหลวในอัตราส่วน 30 %
จะพบว่าค่าความร้อนในเตาเผาที่วัดได้จะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำกลีเซอรีนมาผสมกับขี้ผึ้งพาราฟินเพื่อทำเทียนไข

สำหรับอัตราส่วนการผสมที่เหมาะสมที่สุดในการทดลอง คือ กลีเซอรีน 30 %
ขี้ผึ้งพาราฟิน 70 % เพราะจะช่วยให้เราประหยัดต้นทุนในการผลิตเทียนไขได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล. 2538. "พลังงานทางเลือกใหม่ ?." **วารสารวิทยาและเทคโนโลยี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**, 16(3) : 3-13.

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล,กรรณิการ์ สถาปีตานนท์ และ สุภัทรา มั่นสกุล. 2535. "การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของเมล็ดน้ำมันสบู่ดำ." **วารสารวิทยาศาสตร์**, 11 : 820-823.

กองทัพเรือ. 2006. วิธีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล(Biodisel)จากน้ำมันพืช. [online]. Availble: http//www.navy.ni.th/dockyard/biodesel.html.

กรมธุรกิจพลังงาน. 2006. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2548. [online]. Available: http://www.doeb.go.th/download/report/BioDie48.pdf

กองทัพเรือ.2006.วิธีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล(Biodiese)จากน้ำมันพืช.[online].Available: http://www.navy.mi.th/dockyard/biodesel.html

กรมธุรกิจพลังงาน. 2006. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549. [online]. Available: http://www.doeb.go.th/news/biodiesel_community.pdf.

ชัชรี ไทยสุชาติ. 2547. "การสังเคราะห์น้ำมันดีเซลชีวภาพจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วในเครื่องปฏิกรณ์กวนผสมแบบต่อเนื่อง." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมปิโตรเคมี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

น.อ.ดร.สมัย ใจอินทร์ รน., น.ท.อภิรมย์ เงินบำรุง รน. และ ดร.องอาจ ผ่องลักษณ์. 2544. **ไบโอดีเซล: พลังงานเพื่อทางเลือกของชาติ?** . กรุงเทพฯ : ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

U.S. Biodiesel Development : New Markets for Conventional and Genetically Modified Agricultural Products, Agricultural Economic Report No.770.

Article Bara Scientific. 2006. น้ำมันพืช. [online]. Avaiable: http://www.barascientific.com/bscnews/forum/Biodiesel/biodiesel.php.

พูนศุข อัตถะสัมปุณณะ,ธีรภัทร ศรีนรคุดร,ศจี ปิยะพงศ์ และสุรพงศ์ จันทร์ผ่องศรี. 2540. **ความเป็นไปได้ของการผลิตและการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง**. กรุงเทพฯ:สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอสมุดแห่งชาติ. 2006. ขั้นตอนการผลิตดีโซฮอล์. [online]. Available:
http://www.belovedking.com/gas2.html.
หอสมุดแห่งชาติ. 2006. น้ำมันแก๊สโซฮอล์. [online]. Available:
http://www.belovedking.com/gas1.html.
กองงานส่วนพระองค์ เอกสารประชาสัมพันธ์.2544. โครงการน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนอันเนื่องจาก
พระราชดำริ. กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้