

การศึกษาอัลตราโซนิกของน้ำมันหล่อลื่น

Ultrasonic Study of Lubricating Oils

นำเสนอโดย

ผศ.ดร.เฟื่องลดา วีระสัย

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

547.83
พ743ก
ร.2

544 . 53

ปี 2530

82

การศึกษาอัลตราโซนิกของน้ำมันหล่อลื่น
Ultrasonic Study of Lubricating Oils

นำเสนอโดย

ผศ.ดร.เฟื่องลดา วีระสัย

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

10 ต.ค 2543

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ งบประมาณเงินรายได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

เฟื่องลดา วีระสัย



การศึกษาอัลตราโซนิกของน้ำมันหล่อลื่น
Ultrasonic Study of Lubricating Oils

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทนำ	2
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	3
อุปกรณ์และการทดลอง	7
ผลการทดลอง	8
สรุปผลการทดลอง	19
บรรณานุกรม	21



Ultrasonic Study of Lubricating Oils

The experimental set of ultrasonic techniques has been developed for study of lubricating oils such as SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 and SAE 140. The sound velocities and volume densities were measured as function of temperature range 30°C to 60°C . The results indicate that the sound velocities , the acoustic impedances , and the bulk moduli of these lubricating oil decrease slowly with increasing temperature. Their relation can be expressed in terms of linear equation. Consider at the same temperature , the sound velocities of lubricating oils SAE 140 is the highest as the lowest of the sound velocity belongs to lubricating oil SAE 30. The knowledge of some physical properties of lubricating oils has been gained and then the quality of lubricating oils will be analysed.

การศึกษาอัลตราโซนิกของน้ำมันหล่อลื่น

ได้พัฒนาชุดทดลองสำหรับศึกษาอัลตราโซนิกเทคนิคของน้ำมันหล่อลื่น 5 ชนิด คือ SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 และ SAE 140 โดยการวัดความเร็วคลื่นเสียงและค่าความหนาแน่นของน้ำมันหล่อลื่นเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิในช่วง 30°C ถึง 60°C ผลที่ได้พบว่าค่าความเร็วเสียง ค่าอิมพีแดนซ์จำเพาะ และค่าบัลค์มอดุลัสของน้ำมันหล่อลื่นทั้ง 5 ชนิด จะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ ขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยมีความสัมพันธ์เขียนได้เป็นสมการเชิงเส้น เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิเดียวกัน น้ำมันหล่อลื่น SAE 140 จะมีค่าความเร็วเสียงมากที่สุด ขณะที่น้ำมันหล่อลื่น SAE 30 จะมีค่าความเร็วเสียงน้อยที่สุด ซึ่งทำให้ทราบสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำมันหล่อลื่นเพิ่มขึ้น อันจะนำไปสู่การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นต่อไป

บทนำ

ในปี พ.ศ. 2534 ได้มีการวิจัยศึกษาเกี่ยวกับการจัดตั้งห้องปฏิบัติการอัลตราโซนิกในภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และได้สรุปผลการวิจัยว่าอุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถจัดตั้งห้องปฏิบัติการอัลตราโซนิกได้และนำไปศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ของสารต่างๆ ที่น่าสนใจโดยใช้เทคนิคอัลตราโซนิกได้

ปัจจุบันน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในประเทศ ต้องสั่งซื้อน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานและสารเพิ่มคุณภาพจากต่างประเทศแล้วนำมาผสมกันเพื่อให้ได้น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปที่มีสมบัติตามต้องการคือมาตรฐานแยกตามความหนืด เมื่อกล่าวถึงความหนืดมักเรียกเป็นรหัส เช่น SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 โดย SAE ย่อมาจาก สมาคมวิศวกรรถยนต์ (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS) แต่รหัสน้ำมันนี้จะบอกเพียงแค่ช่วงความหนืดเท่านั้น ไม่ได้บอกถึงคุณภาพน้ำมัน จึงต้องนำมาทดสอบกับเครื่องยนต์มาตรฐานแล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้งาน ดังนั้นจึงสนใจที่จะนำน้ำมันหล่อลื่นรหัส SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 และ SAE 140 มาศึกษา โดยใช้เทคนิคอัลตราโซนิกเพื่อจะได้ทราบสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นเพิ่มขึ้นเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและพัฒนาเทคนิคทางอัลตราโซนิก
2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น
3. ประยุกต์การวิจัยนี้เพื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นชนิดอื่นต่อไป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

กระทรวงอุตสาหกรรม (2531) กล่าวถึงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันเครื่อง ดังนี้

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันเครื่องนี้กำหนด นิยาม ประเภท ชั้นคุณภาพ แบบ และชนิด ส่วนประกอบ และการทดสอบน้ำมันเครื่อง โดยมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงน้ำมันเครื่องที่ใช้กับเครื่องยนต์เบนซินสองจังหวะ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำมันเครื่อง หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ภายในทั้งเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์เบนซิน

2.2 เครื่องยนต์ดีเซล หมายถึง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

2.3 เครื่องยนต์เบนซิน หมายถึง เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินหรือน้ำมันก๊าดหรือแก๊สปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง

2.4 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil) หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ หรือการกลั่นน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว แล้วผ่านกรรมวิธีจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ เช่น กากเหนียว กลิ่นเหม็น สารที่ทำให้เกิดการฟูกร้อนและอื่นๆ ออก

2.5 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานสังเคราะห์ (Synthetic Base Oil) หมายถึง สารเคมีที่ใช้ผสมน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

2.6 สารเติมแต่ง (Additive) หมายถึง สารเคมีที่ใช้ผสมกับน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานหรือน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานสังเคราะห์ ด้วยสัดส่วนที่พอเหมาะ เพื่อให้ น้ำมันเครื่องนั้นมีสมบัติตามที่ต้องการ

2.7 น้ำมันเครื่องแบบความหนืดเดียว หมายถึง น้ำมันเครื่องซึ่งระบุชนิดของความหนืดไว้ 1 ชนิด

3. ประเภท ชั้นคุณภาพ แบบและชนิด

3.1 น้ำมันเครื่องแบ่งตามชนิดของเครื่องยนต์ เป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ประเภทที่ 1 สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

3.1.2 ประเภทที่ 2 สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

3.2 น้ำมันเครื่องแต่ละประเภทแบ่งออกเป็นชั้นคุณภาพต่างๆ ดังนี้

3.2.1 ประเภทที่ 1 มี 3 ชั้นคุณภาพ คือ

3.2.1.1 ^๕ชั้นคุณภาพ CA

สำหรับเครื่องเครื่องยนต์ดีเซลแบบธรรมดาใช้งานเบาถึงปานกลาง ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันต่ำ

3.2.1.2 ^๕ชั้นคุณภาพ CB

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลธรรมดาใช้งานเบาถึงปานกลาง ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันสูง

3.2.1.3 ^๕ชั้นคุณภาพ CC

สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลเทอร์โบชาร์จหรือซูเปอร์ชาร์จ ความเร็วรอบสูงใช้งานหนัก ซึ่งใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ

3.2.2 ประเภทที่ 2 มี 6 ^๕ชั้นคุณภาพ คือ

3.2.2.1 ^๕ชั้น SA

สำหรับเครื่องยนต์เบนซินใช้งานเบาไม่จำเป็นต้องมีสารเติมแต่ง

3.2.2.2 ^๕ชั้น SB

สำหรับเครื่องยนต์เบนซินใช้งานเบา มีสมบัติป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันป้องกันการสึกกร่อน

3.2.2.3 ^๕ชั้น SC

สำหรับเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กับรถยนต์นั่งและรถยนต์บรรทุก มีสมบัติป้องกันการเกิดคราบจับที่อุณหภูมิสูงและต่ำ การสึกหรอ สนิมและการสึกกร่อน

3.2.2.4 ^๕ชั้น SD

สำหรับเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กับรถยนต์นั่งและรถยนต์บรรทุก มีสมบัติป้องกันการเกิดคราบจับที่อุณหภูมิสูงและต่ำ การสึกหรอ สนิมและการสึกกร่อนได้ดีกว่าชั้นคุณภาพ SC

3.2.2.5 ^๕ชั้น SE

สำหรับเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กับรถยนต์นั่งและรถยนต์บรรทุก มีสมบัติรักษาเครื่องยนต์ได้ดี เช่น ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน คราบจับที่อุณหภูมิสูง ป้องกันสนิมและการสึกกร่อนได้ดีกว่าชั้นคุณภาพ SE

3.2.2.6 ^๕ชั้น SF

สำหรับเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กับรถยนต์นั่งและรถยนต์บรรทุก มีสมบัติรักษาเครื่องยนต์ได้ดี เช่น ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไม่ก่อให้เกิดคราบจับ ป้องกันสนิมและการสึกกร่อนได้ดีกว่าชั้นคุณภาพ SD

3.3 น้ำมันเครื่องแต่ละชั้นคุณภาพแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

3.3.1 แบบความหนืดเดียว แบ่งตามข้อกำหนดของ SAE (Society of Automotive Engineers) เป็น 8 ชนิด คือ

3.3.1.1 SAE 10 W

3.3.1.2 SAE 15 W

3.3.1.3 SAE 20 W

3.3.1.4 SAE 25 W

3.3.1.5 SAE 20

3.3.1.6 SAE 30

3.3.1.7 SAE 40

3.3.1.8 SAE 50

3.3.2 แบบความหนืดรวมชั้น

3.3.2.1 SAE 15W-40

3.3.2.2 SAE 20W-50

4. ส่วนประกอบ

น้ำมันเครื่องต้องทำมาจากน้ำมันเครื่องพื้นฐาน หรือน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานสังเคราะห์ หรือเป็นส่วนผสมของน้ำมันหล่อลื่นทั้งสอง อาจผสมกับสารเติมแต่งเพื่อให้น้ำมันเครื่องมีคุณภาพตามมาตรฐานนี้

5. การทดสอบ

5.1 การทดสอบน้ำมันเครื่องแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

5.1.1 การทดสอบโดยสมบูรณ์

ประกอบด้วยการทดสอบทุกรายการ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานสังเคราะห์ กระบวนการกลั่นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานหรือสารเติมแต่ง

5.1.2 การทดสอบประจำ

ทำการทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำมันเครื่องแต่ละรุ่นมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับตัวอย่างที่เป็นไปตามมาตรฐานแล้วและเป็นชนิดเดียวกัน ให้ทดสอบสมบัติต่าง ๆ ทั้งทางฟิสิกส์และทางเคมีตามที่กำหนดต่อไปนี้ โดยรายการที่ (1) ถึง (7) ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดส่วนรายการที่ (8) ถึง (10) ยอมให้มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้

- (1) ความหนืด ตามที่กำหนด
- (2) ดรรชนีความหนืด ตามที่กำหนด
- (3) จุดไหลเท ตามที่กำหนด
- (4) จุดวาบไฟ ตามที่กำหนด
- (5) ฟองอากาศ มีค่าได้เช่นเดียวกับที่กำหนดเป็นมาตรฐาน
- (6) กรดอินทรีย์หรือด่างอินทรีย์ มีได้เช่นเดียวกับที่ได้กำหนด
- (7) น้ำ มีค่าได้เช่นเดียวกับที่กำหนด
- (8) ความหนาแน่น $\pm$ ร้อยละ 5 ของตัวเลขที่ผู้ทำกำหนด
- (9) กากซัลเฟต $\pm$ ร้อยละ 20 ของตัวเลขที่ผู้ทำกำหนด
- (10) โลหะ $\pm$ ร้อยละ 20 ของตัวเลขที่ผู้ทำกำหนด

ในการทดสอบทุกครั้ง หากทดสอบความหนืด ดรรชนีความหนืด จุดวาบไฟ ฟองอากาศ ความหนาแน่น แล้วไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์รุ่นนั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐานนี้และไม่ต้องทดสอบข้ออื่น ๆ ต่อไป

อุปกรณ์และการทดลอง

อุปกรณ์

1. รางเลื่อน
2. ฐานเลื่อนสเกลเวอร์เนีย
3. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ
4. เครื่องกำเนิดคลื่นอัลตราโซนิก ความถี่ 800 เมกะเฮิร์ตซ์
5. เครื่องนับสัญญาณดิจิทัล
6. ออสซิลโลสโคป ขนาด 60 เมกะเฮิร์ตซ์
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. อ่างใสสารตัวอย่างขนาด 5 ลิตร
9. อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ 2 ตัว ได้แก่
 - ตัวส่งคลื่นอัลตราโซนิก
 - ตัวรับคลื่นอัลตราโซนิก
10. ตัวจับยึดอุปกรณ์ ได้แก่
 - ตัวจับตัวส่งคลื่นอัลตราโซนิก
 - ตัวจับตัวรับคลื่นอัลตราโซนิก
 - ตัวยึดสองทาง
11. เจลเชื่อมตัวส่ง ECHOTRACE 9000 และ Glycerine
12. น้ำมันเครื่อง รหัส SAE 30
13. น้ำมันเครื่อง รหัส SAE 40
14. น้ำมันเครื่อง รหัส SAE 50
15. น้ำมันเครื่อง รหัส SAE 90
16. น้ำมันเครื่อง รหัส SAE 140

การทดลอง

สมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ความเร็วคลื่นอัลตราโซนิก (c) ความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะ (z) และค่าบัลคโมดูลัส (β) ได้ทำการทดลอง หาค่าความหนาแน่นของน้ำมันหล่อลื่น รหัส SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 และ SAE 140 และวัดความเร็วคลื่นอัลตราโซนิก ของน้ำมันหล่อลื่นดังกล่าว โดยเป็นฟังก์ชัน กับ อุณหภูมิในช่วง 30-60 °C

ผลการทดลอง

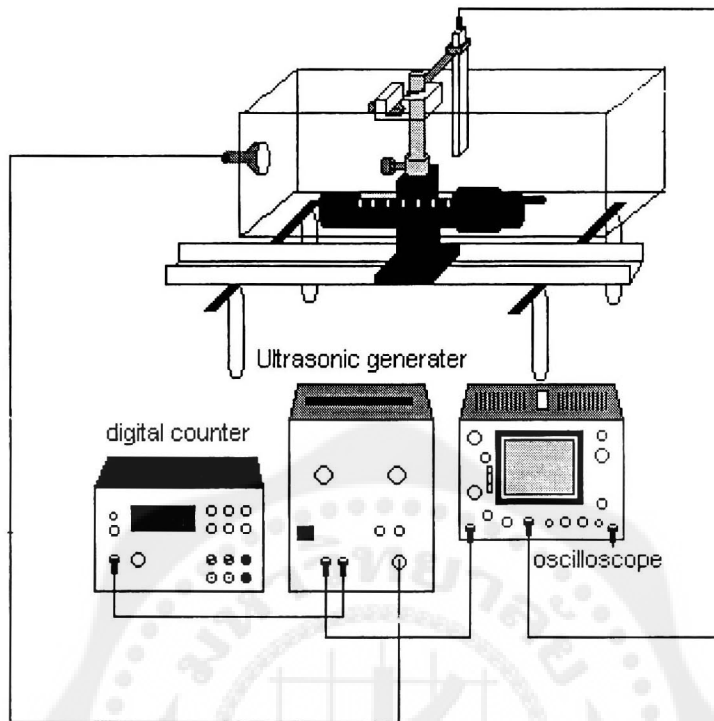
ผลการทดลอง ค่าความหนาแน่นของน้ำมันหล่อลื่นทั้ง 5 รหัสคือ SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 และ SAE 140 แสดงในตารางที่ 1 และ เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความหนาแน่น กับ อุณหภูมิ ดังภาพที่ 1 , ภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ตามลำดับ

ผลการทดลอง ความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่น ผลการทดลองได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 2 และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกกับอุณหภูมิดัง ภาพที่ 4 , ภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ

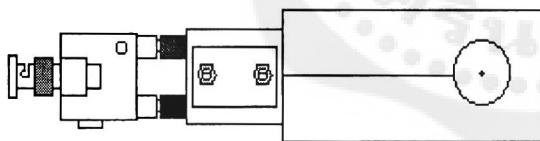
การหาค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะในน้ำมันหล่อลื่น SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 และ SAE 140 หาได้จากสมการ $z = \rho c$ แสดงค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะของน้ำมันหล่อลื่น รหัส SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 และ SAE 140 ในตารางที่ 3 และเขียนกราฟแสดงค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะกับอุณหภูมิในช่วง 30-60°C ดังภาพที่ 7 , ภาพที่ 8 และภาพที่ 9 ตามลำดับ

การหาค่าบัลคัมมอดูลัสของน้ำมันหล่อลื่นหาได้จากสมการ $\beta = \rho c^2$ แสดงค่าบัลคัมมอดูลัสกับอุณหภูมิในช่วง 30-60°C ของน้ำมันหล่อลื่นรหัส SAE 30 , SAE 40 , SAE 50 , SAE 90 และ SAE 140 ในตารางที่ 4 และเขียนกราฟแสดงค่าบัลคัมมอดูลัสกับอุณหภูมิได้ดังภาพที่ 10 , ภาพที่ 11 และภาพที่ 12 ตามลำดับ

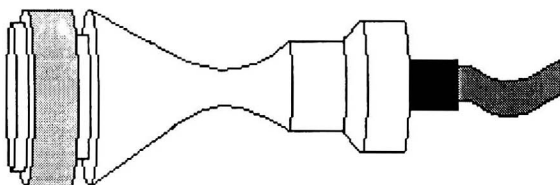
อุปกรณ์การทดลอง



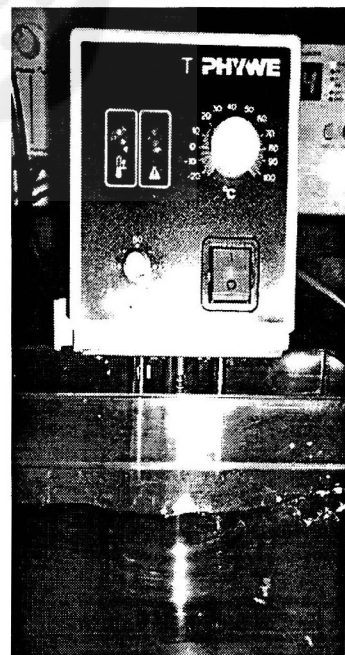
ภาพการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด



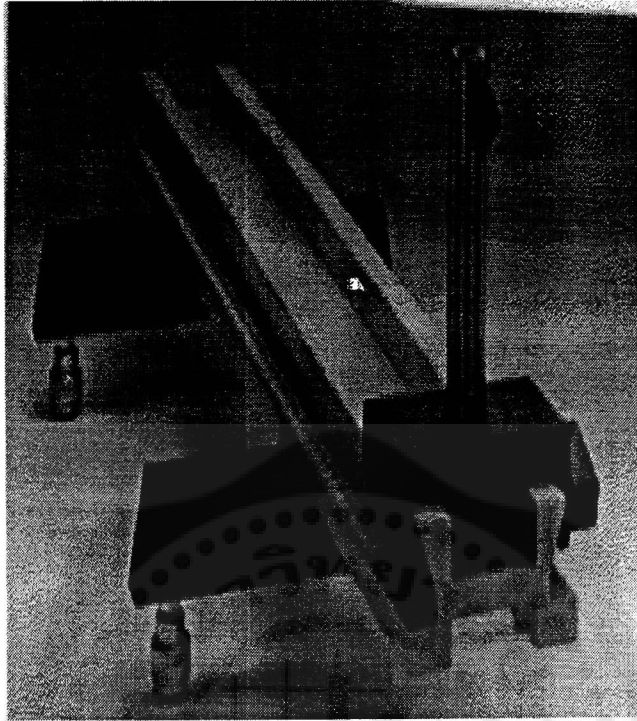
ตัวรับ Receiver



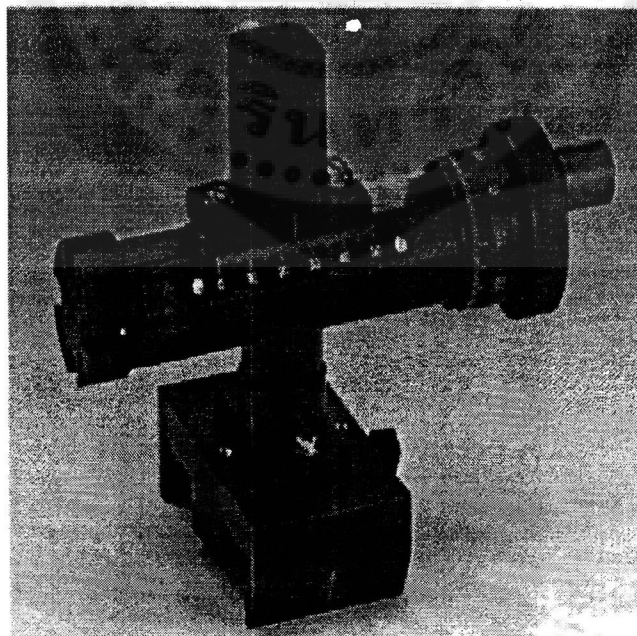
ตัวส่ง (Transmitter)



เครื่องควบคุมอุณหภูมิ



ฐานเลื่อนสเกลเวอร์เนีย (Slide mount)

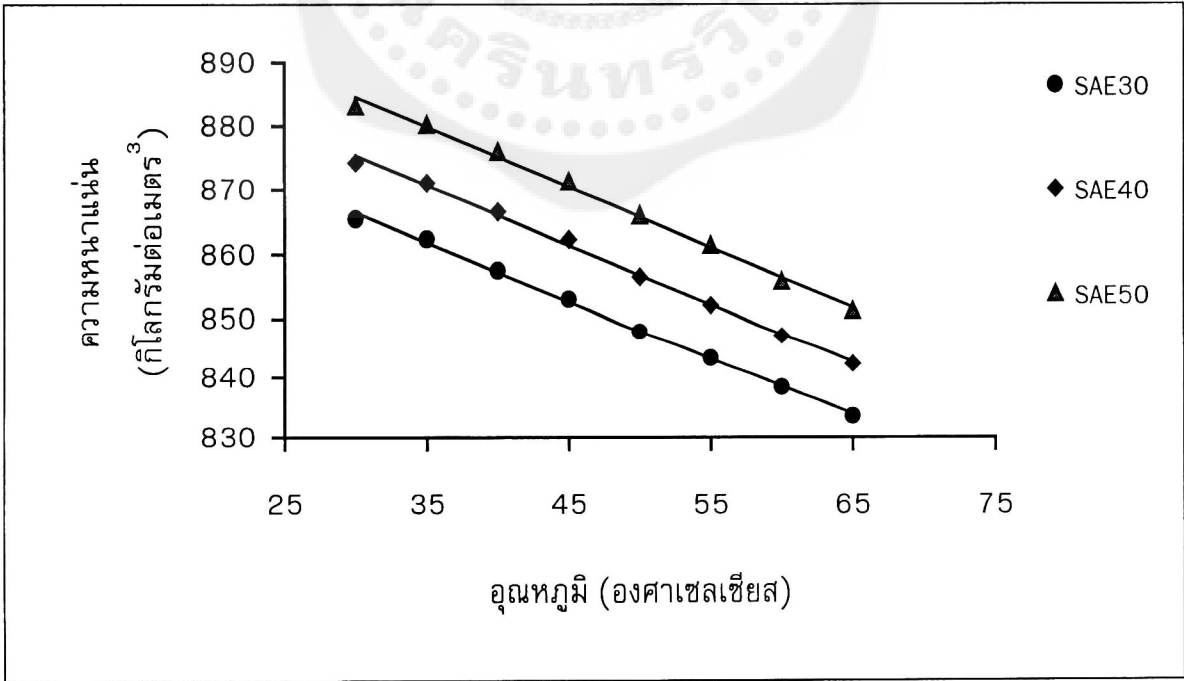


รางเลื่อน (Bench)

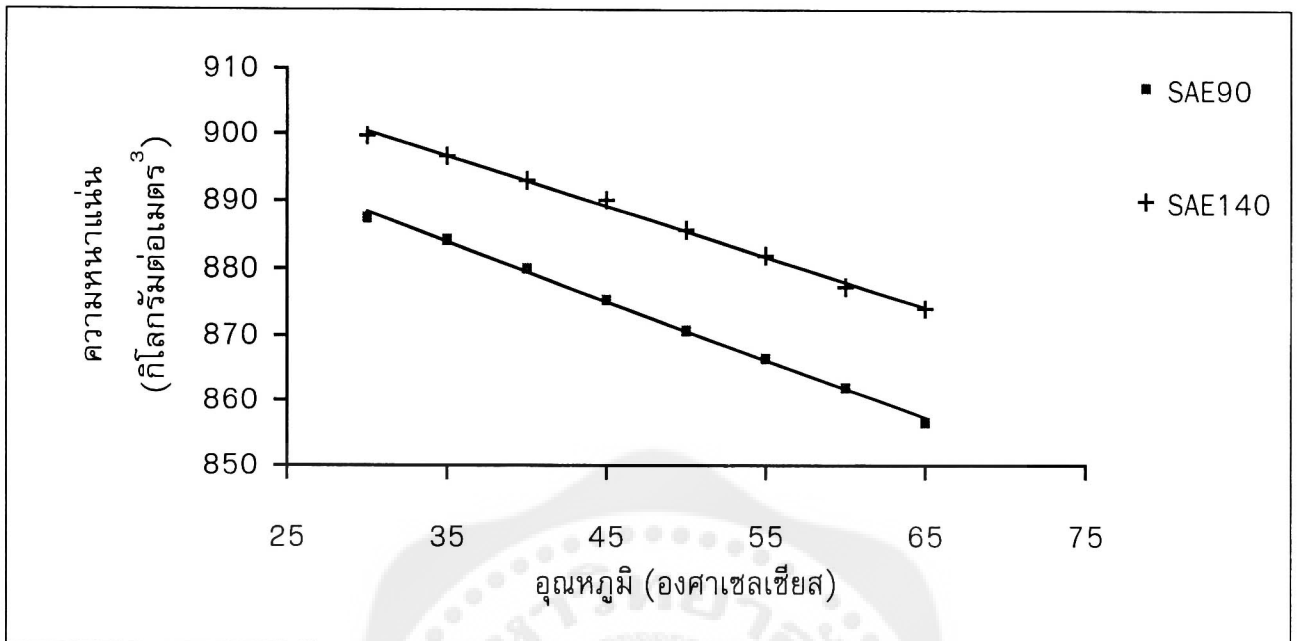
ความหนาแน่น

ตารางที่ 1 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 ที่อุณหภูมิ 28-65 องศาเซลเซียส

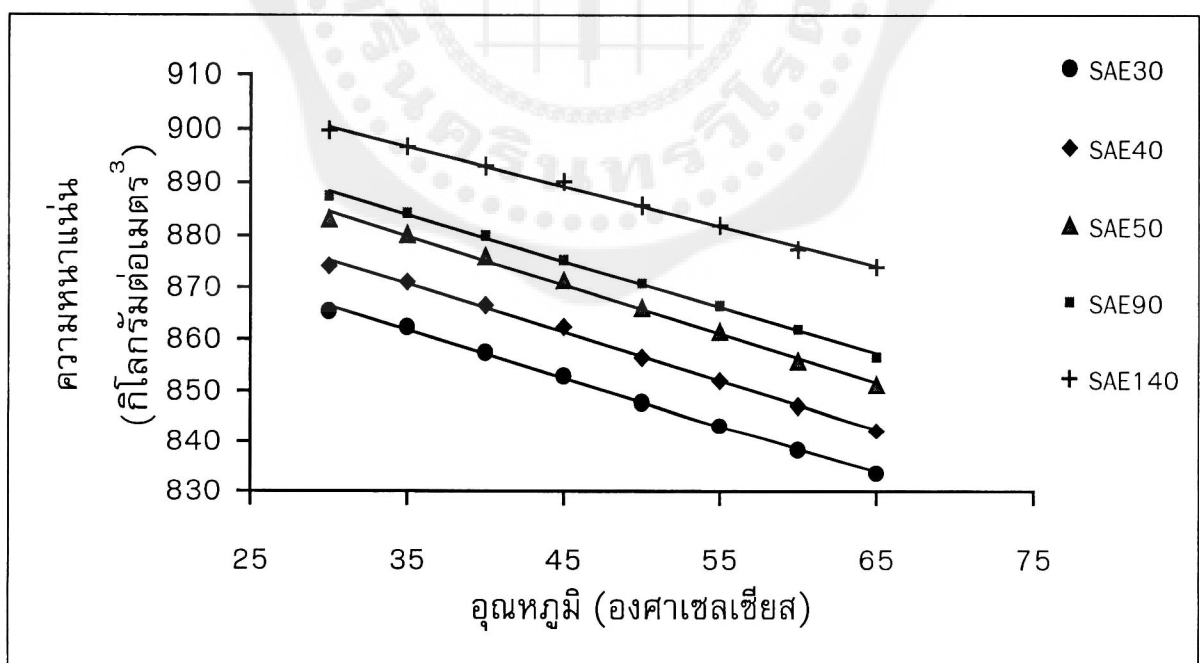
อุณหภูมิ (°C)	ความหนาแน่น (Kg / m ³)				
	SAE 30	SAE 40	SAE 50	SAE 90	SAE 140
28	747.83	755.26	762.91	766.21	776.67
30	865.47	874.26	883.11	887.40	899.71
35	862.43	871.10	880.20	884.19	896.65
40	857.51	866.58	876.01	879.98	983.51
45	853.00	862.38	871.30	875.34	890.11
50	847.91	856.52	866.01	870.75	885.61
55	843.42	852.06	861.41	866.48	881.91
60	838.45	847.22	855.80	861.90	877.31
65	833.62	842.42	851.22	856.57	874.03



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 และ SAE 50



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เดี่ยว รหัส SAE 90 และ SAE 140

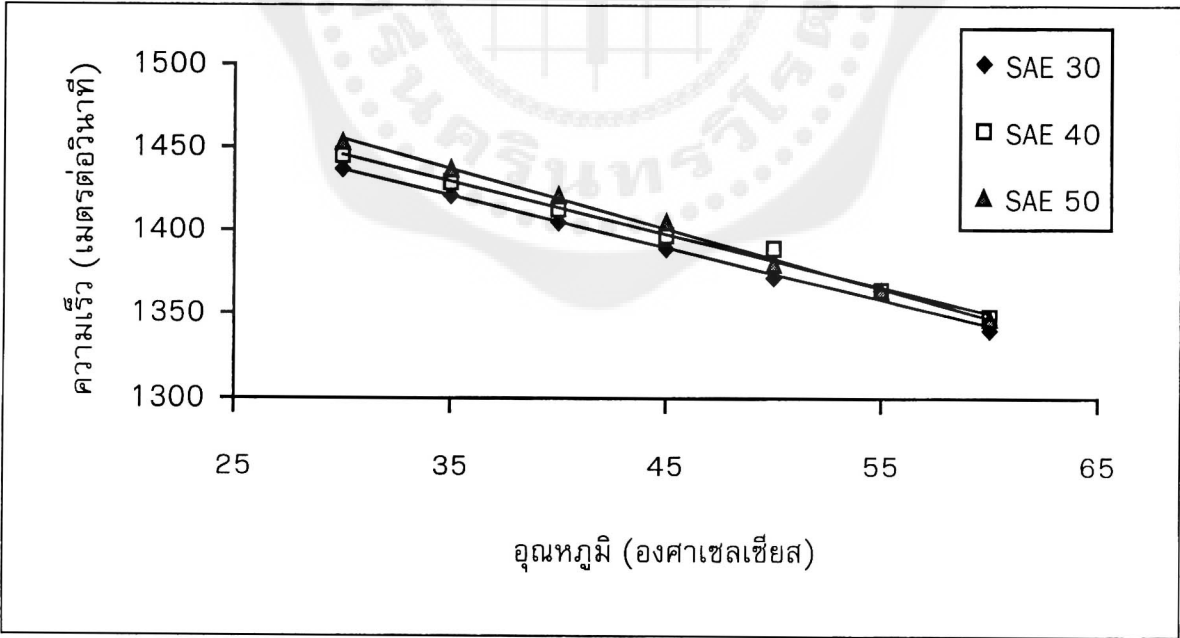


ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140

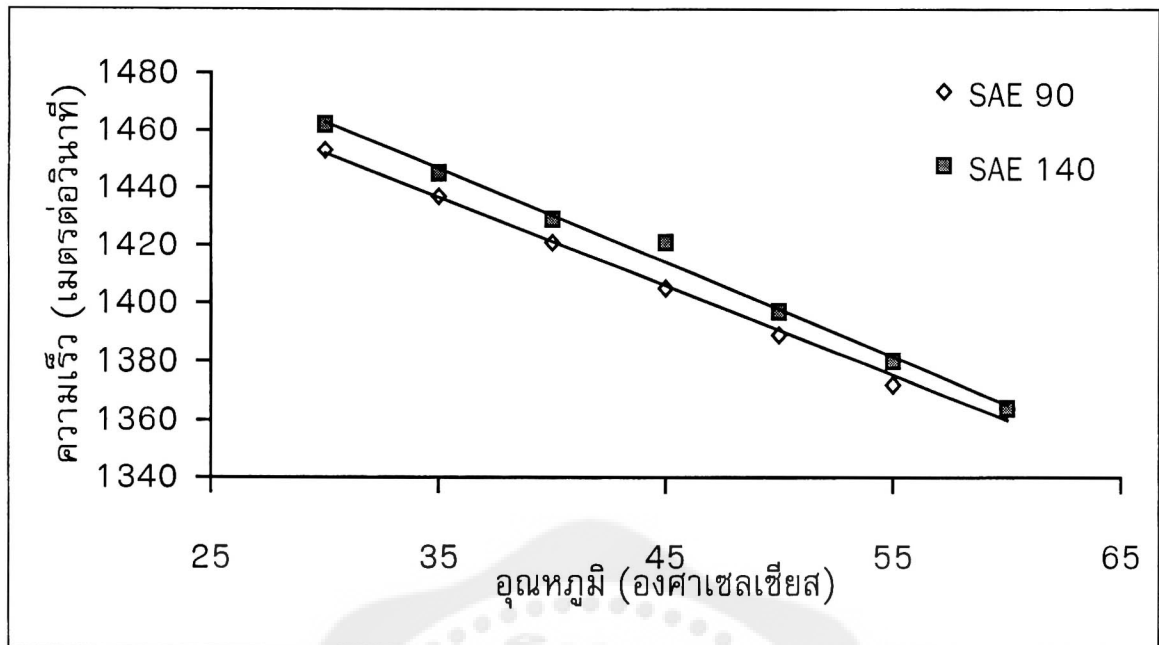
ความเร็วของคลื่นอัลตราโซนิก

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 ในช่วงอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส

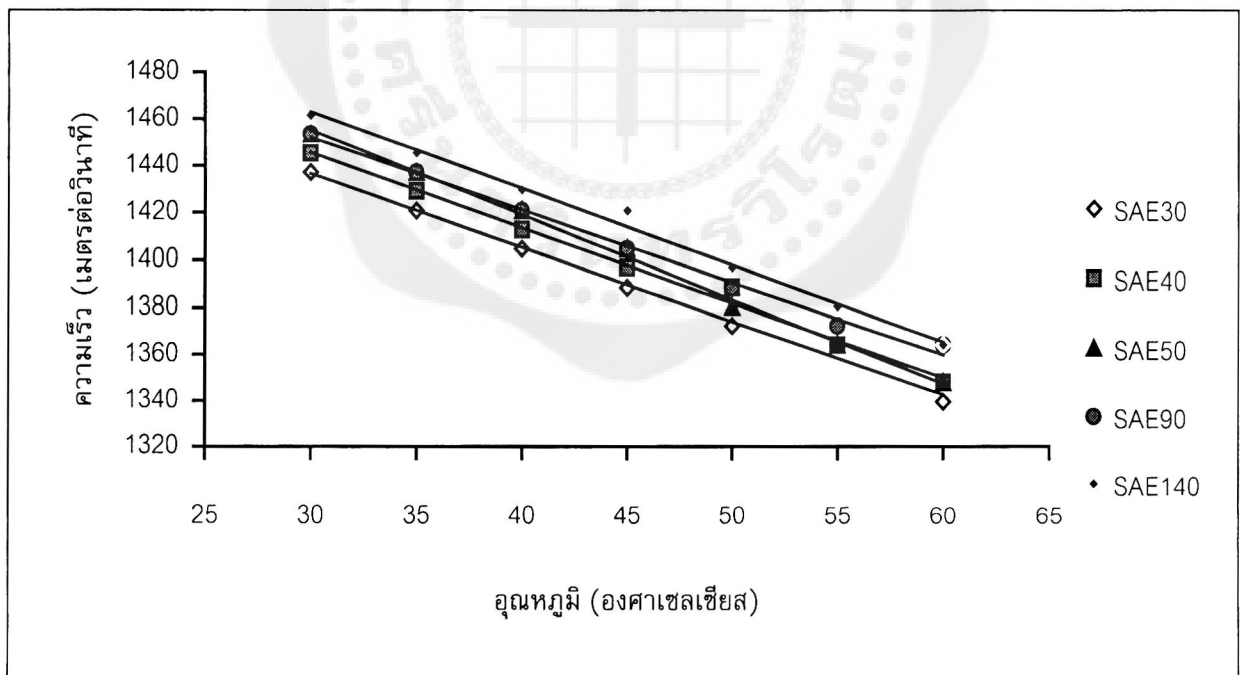
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วคลื่นอัลตราโซนิก (เมตรต่อวินาที)				
	SAE 30	SAE 40	SAE 50	SAE 90	SAE 140
30	1437	1445	1453	1453	1462
35	1421	1429	1437	1437	1445
40	1405	1413	1421	1421	1429
45	1389	1397	1405	1405	1421
50	1372	1389	1380	1389	1397
55	1364	1364	1364	1372	1380
60	1340	1348	1347	1364	1364



ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 และ SAE 50 กับอุณหภูมิในช่วง 30-60 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว รหัส SAE 90 และ SAE 140 กับอุณหภูมิตัวในช่วง 30-60 องศาเซลเซียส

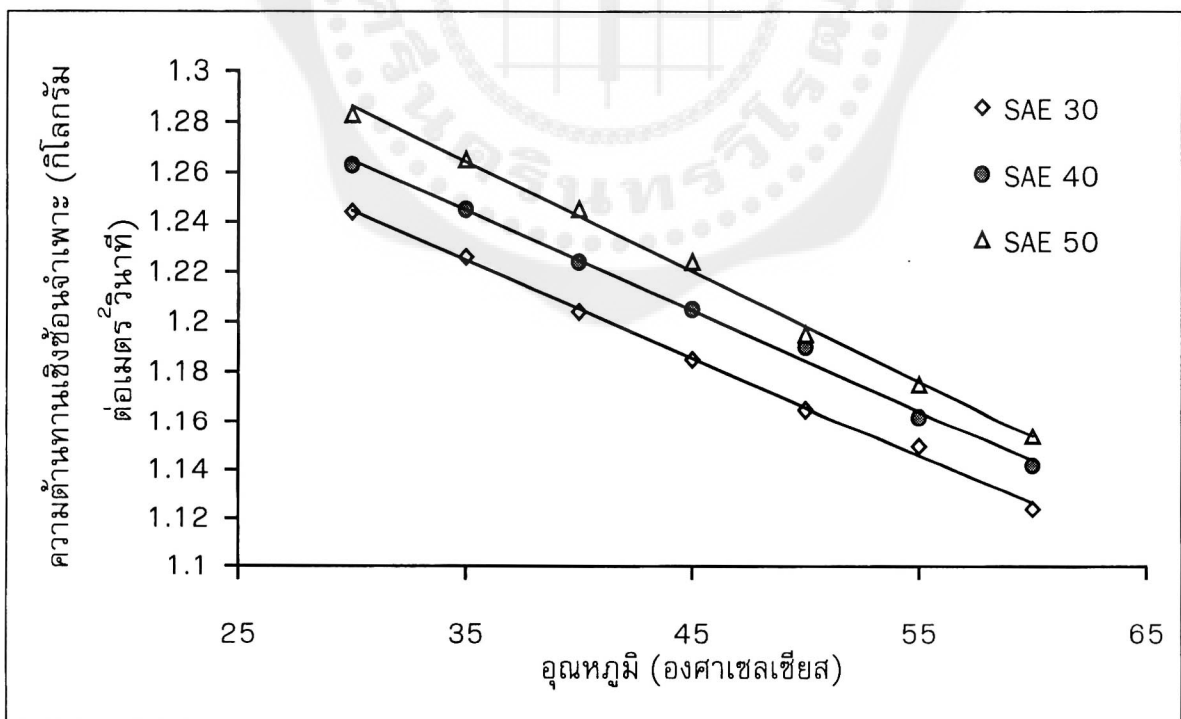


ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 กับอุณหภูมิตัวในช่วง 30-60 องศาเซลเซียส

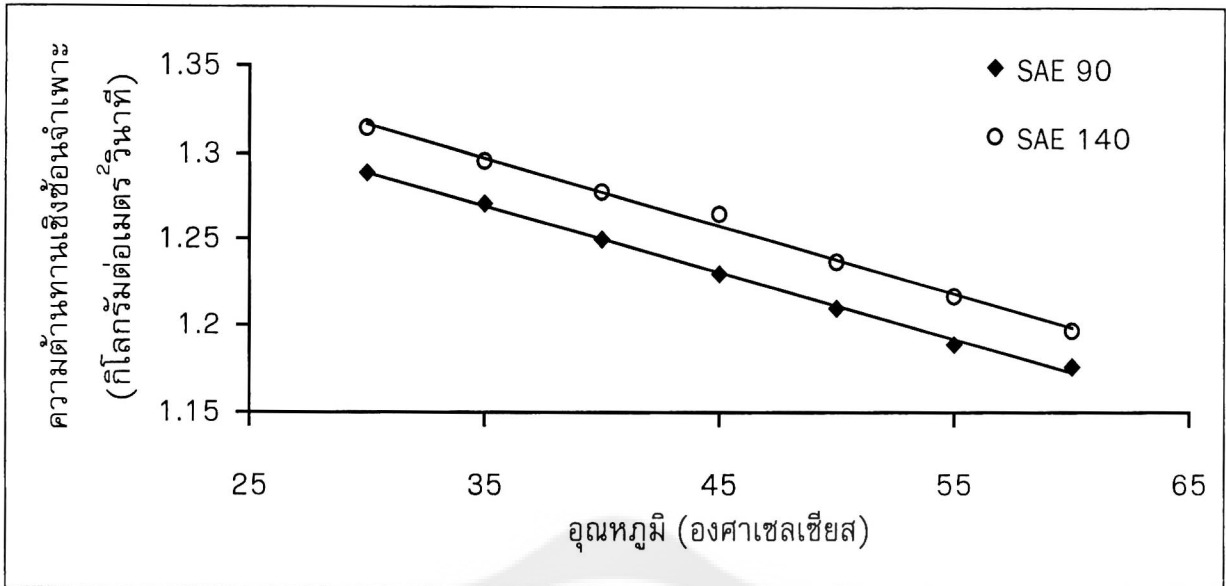
ความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะ

ตารางที่ 3 ค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 ในช่วงอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส

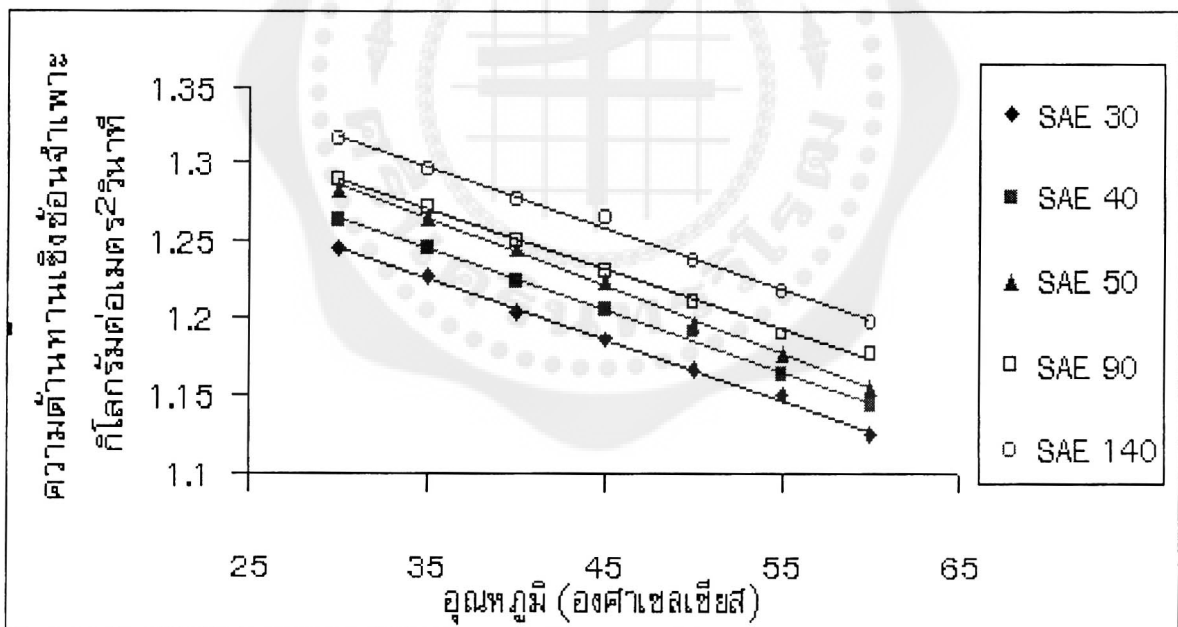
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะ $\times 10^6$ (Kg/m ² s)				
	SAE 30	SAE 40	SAE 50	SAE 90	SAE 140
30	1.244	1.263	1.283	1.289	1.315
35	1.226	1.245	1.265	1.271	1.296
40	1.204	1.224	1.245	1.250	1.278
45	1.185	1.205	1.224	1.230	1.265
50	1.165	1.190	1.195	1.210	1.237
55	1.150	1.162	1.175	1.189	1.217
60	1.124	1.142	1.154	1.176	1.197



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 และ SAE 50



ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว รหัส SAE 90 และ SAE 140

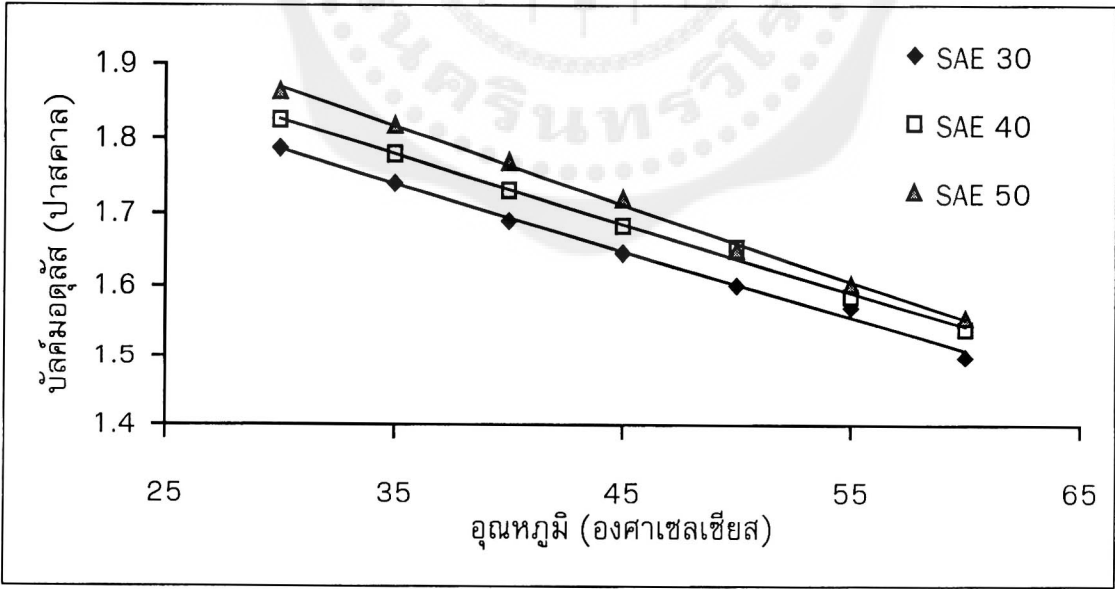


ภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140

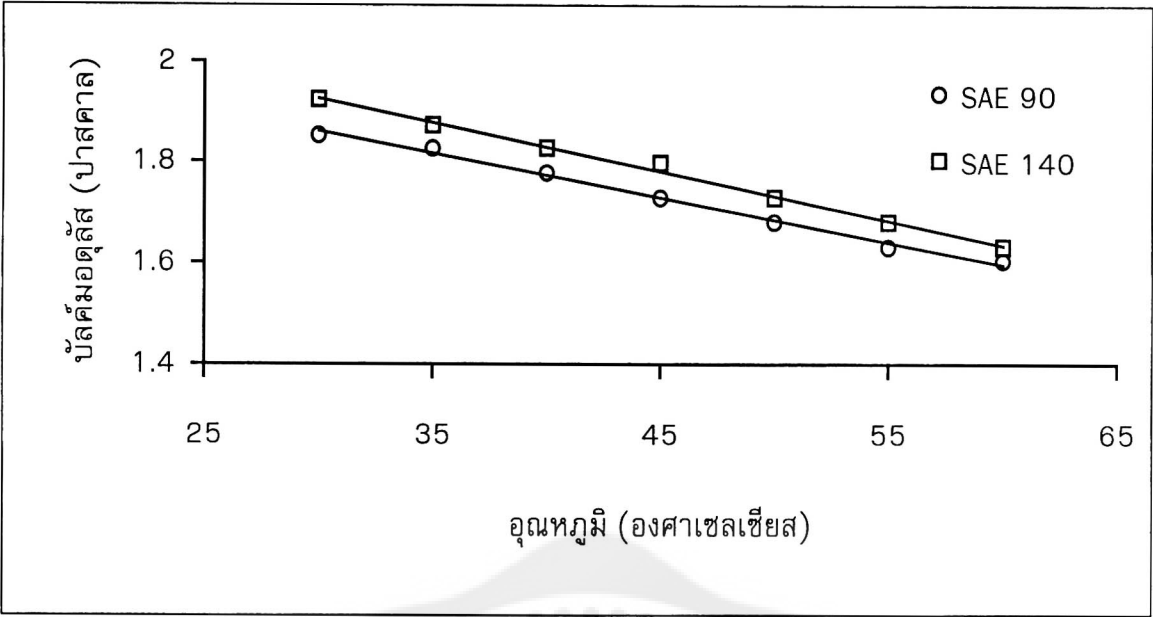
บัลค์มอดุลัส

ตารางที่ 4 แสดงค่าบัลค์มอดุลัสของน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 ในช่วงอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส

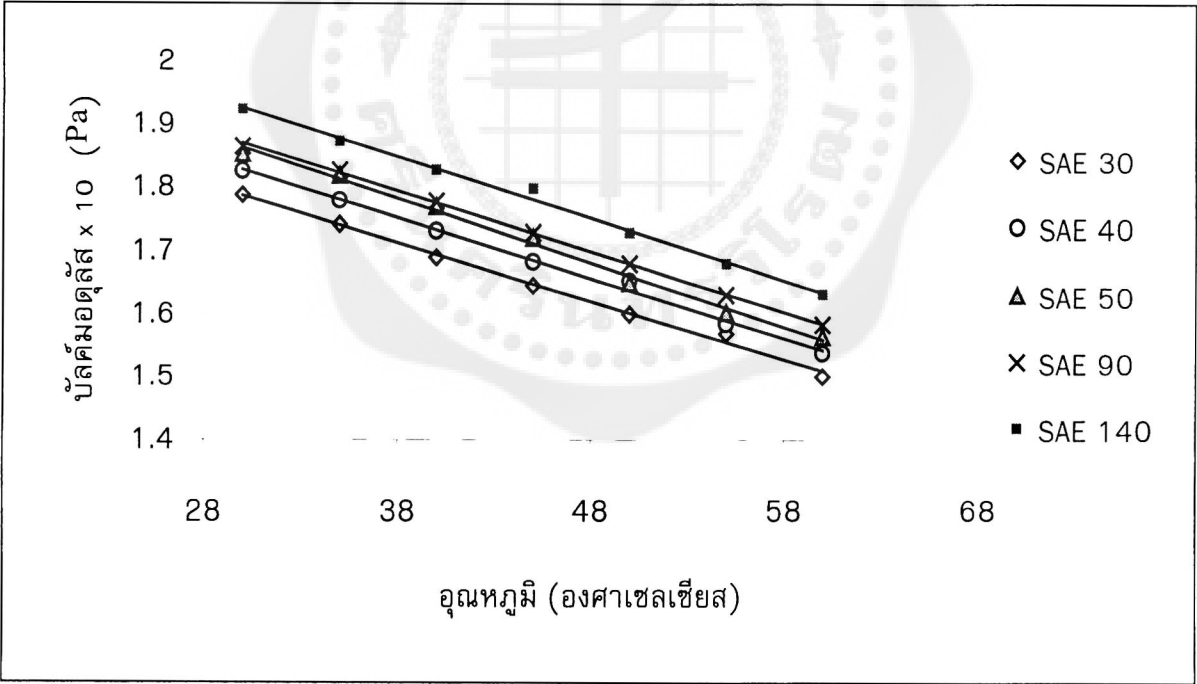
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	บัลค์มอดุลัส x 10 ⁹ (Pa)				
	SAE 30	SAE 40	SAE 50	SAE 90	SAE 140
30	1.787	1.825	1.864	1.852	1.923
35	1.741	1.779	1.818	1.826	1.872
40	1.690	1.731	1.769	1.777	1.827
45	1.646	1.683	1.720	1.728	1.797
50	1.601	1.653	1.650	1.680	1.728
55	1.570	1.585	1.603	1.631	1.680
60	1.501	1.539	1.155	1.604	1.632



ภาพที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าบัลค์มอดุลัสกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดี่ยว รหัส SAE 30 SAE 40 และ SAE 50



ภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าบัลค์มอดูลัสกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว รหัส SAE 90 และ SAE 140



ภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าบัลค์มอดูลัสกับอุณหภูมิในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาสมบัติกายภาพของสารหล่อลื่นเครื่องยนต์โดยเทคนิคอัลตราโซนิก สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติกายภาพด้านความเร็วคลื่นอัลตราโซนิก ความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะ และค่าบัลคโมดูลัสของสารหล่อลื่นเครื่องยนต์ 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว 5 ชนิด คือ รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 โดยมีขอบเขตการศึกษาในช่วงอุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลที่ช่วงอุณหภูมิต่างกัน 5 องศาเซลเซียส ศึกษาคลื่นที่ได้จากเครื่องกำเนิดคลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 800 เมกะเฮิร์ตซ์ มีทรานสดิวเซอร์ 2 ตัว เป็นตัวส่งคลื่นจากเครื่องกำเนิดคลื่นอัลตราโซนิกผ่านตัวกลางที่ศึกษาและมีทรานสดิวเซอร์อีกหนึ่งตัวเป็นตัวรับคลื่นเพื่อส่งไปที่เครื่องออสซิลโลสโคป จากนั้นก็นำไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมสำเร็จรูปคือ Webstar แล้วนำข้อมูลที่ได้ออกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป EasyPlot และ SigmaPlot เพื่อหาค่าต่าง ๆ ที่ได้ดังแสดงในผลการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จากการศึกษาความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เกรดเดียวทั้ง 5 ชนิด ความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นมีค่าขึ้นกับอุณหภูมิของตัวกลาง เมื่ออุณหภูมิตัวกลางสูงขึ้น ความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกจะมีค่าลดลง โดยความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของตัวกลาง เมื่ออุณหภูมิตัวกลางเป็นแบบเชิงเส้นในช่วงอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะตัวกลางซึ่งเป็นของเหลวจะขยายตัวเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้นทำให้ความหนาแน่น และความหนืดลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mott (1990) พบว่าน้ำมันหล่อลื่นรหัส SAE 30 ที่อุณหภูมิ 20 และ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความหนืด 3.5×10^{-1} และ $2.0 \times 10^{-2} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2 \cdot \text{P} \cdot \text{s}}$ จึงเป็นสาเหตุทำให้ความเร็วคลื่น อัลตราโซนิกในตัวกลางลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นด้วย

การเปรียบเทียบค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียว 5 ชนิด พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกัน ความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกมีค่าเรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปถึงมากที่สุด ได้แก่ รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 ตามลำดับ ความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นรหัส SAE 30 น้อยที่สุดเพราะมีค่าความหนืดและความหนาแน่นน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันหล่อลื่นเกรดเดียวอีก 4 ชนิด จากการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลการศึกษาของสาริต (2541) ซึ่งเป็นการออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อศึกษาสมบัติกายภาพบางประการของสารหล่อลื่น 3 ชนิด คือ SAE 30 SAE 40 และ SAE 50 โดยวิธีอัลตราโซนิกช่วงอุณหภูมิ 20-70 องศาเซลเซียส ด้วยเทคนิคและอุปกรณ์ต่างจากการวิจัยนี้ พบว่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในลักษณะเชิงเส้นเช่นเดียวกันโดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันจะมีค่าลดลง โดยที่อุณหภูมิเดียวกันค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในน้ำมันหล่อลื่นรหัส SAE 30 มีค่าความเร็วต่ำที่สุด แต่ SAE 40 และ SAE 50 มีค่าใกล้เคียงกันมากโดย SAE 40 มีค่าความเร็วสูงกว่า SAE 50 เล็กน้อย ส่วนการทดลองโดยใช้ชุดทดลองและเทคนิคอัลตราโซนิกใน

งานวิจัยนี้จะสามารถหาค่าความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกในสารหล่อลื่นเครื่องยนต์ได้ชัดเจนกว่าสามารถบอกความแตกต่างของค่าความเร็วในสารหล่อลื่นเครื่องยนต์ในแต่ละชนิดที่อุณหภูมิเดียวกันได้ เป็นเทคนิคที่สะดวก เพราะสามารถควบคุมระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาโดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ศึกษานี้ให้มีค่าที่แน่นอน แต่สำหรับการสร้างชุดทดลองโดยสาริต (2541) ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการให้แน่นอนได้ จึงทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องน้อยกว่าเทคนิคอัลตราโซนิกในงานวิจัยนี้

2. จากการศึกษาค่าความหนาแน่นของสารหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าค่าความหนาแน่นของสารหล่อลื่นเครื่องยนต์มีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะมีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้น โดยที่อุณหภูมิเดียวกันจะมีค่าความหนาแน่นจากน้อยที่สุดไปมากที่สุดดังนี้ SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 ตามลำดับ ซึ่งได้นำค่าที่ได้จากการทดลองหาค่าความเร็ว (c) และค่าความหนาแน่น (ρ) มาหาค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะ (Z) และค่าบัลคมอดุลัส (β) จากความสัมพันธ์ $z = pc$ และ $\beta = pc^2$ ของน้ำมันหล่อลื่น 5 ชนิด ซึ่งพิจารณาในช่วงอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะและค่าบัลคมอดุลัสมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเป็นแบบเชิงเส้น โดยเมื่ออุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะและค่าบัลคมอดุลัสจะมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะและค่าบัลคมอดุลัสขึ้นอยู่กับความเร็วและความหนาแน่นของตัวกลางเป็นสำคัญ จึงทำให้ค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะและค่าบัลคมอดุลัสของน้ำมันหล่อลื่นมีค่าเรียงจากน้อยไปมากดังนี้ รหัส SAE 30 SAE 40 SAE 50 SAE 90 และ SAE 140 ตามลำดับ แต่จากการเปรียบเทียบกับการศึกษาโดยชุดทดลองของสาริต (2541) ที่ศึกษาด้วยเทคนิคและชุดทดลองต่างจากงานวิจัยนี้ ศึกษาสารหล่อลื่นเครื่องยนต์ 3 ชนิด คือ SAE 30 SAE 40 และ SAE 50 พบว่าค่าความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะและค่าบัลคมอดุลัสมีค่าเรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ SAE 30 SAE 50 และ SAE 40 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความต้านทานเชิงซ้อนจำเพาะและค่าบัลคมอดุลัสขึ้นอยู่กับความเร็วและความหนาแน่นของตัวกลางที่สอดคล้องกับการศึกษาที่ต่างกัันดังกล่าวมาแล้วจึงทำให้ผลการทดลองที่ได้ต่างกันด้วย

บรรณานุกรม

- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2531. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันเครื่อง. มอก. 356 – 2539.
- ขวัญชัย สันทิพย์สมบัติ, ปานพชร ชินิทร และ ประเสริฐ เทียนนิมิตร. 2539. เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น (มหาชน), กรุงเทพฯ. 393 น.
- ธำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สนองคุณ. เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น. โรงพิมพ์เมื่อดทรายพริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ. 446 น.
- สาธิต บุญยรัตกลิน. 2541. การออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำมันหล่อลื่นช่วงอุณหภูมิ 20 – 70 องศาเซลเซียส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- Blitz J. 1996. Ultrasonic Methods of Testing Materials. Butterworths, London. 298 P.
- Blitz J. 1971. Ultrasonic : Method and Applications. Butterworths, London. 151 P.
- Fillpczynski , Leszek , Zdzislaw Pawlowski and Wehr Jerzy. 1966. Ultrasonic Method_of Testing Materials. Butterworths, London. 279 P.
- Kuttruff, H. 1991. Ultrasonis Fundamental and Applications. Elsevier Science Publishers LTD, London and New Yoke. 452 P.
- Kruus P., Robert C. Burk, Mohammad H. Entezari and Otson R. 1997. Sonication of Aqueous Solutions of Chlorobenzene. Ultrasonics sonochemistry. 4 : 229-333.
- Sehgal Chandra M. 1995. Non-linear Ultrasonics to Determine Molecular Properties of Pure Liquids. Ultrasonics. 33 : 155 - 161.
- Temkin, S. 1981. Element of Acoustics. John Wiley And Sons, Inc. 515 P.
- Truell , Rohn , Charles elbaum and Bruce B. Chick. 1969. Ultrasonic Method in Solid State Physics. Academic Press, New York. 246 P.