

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	จ
สารบัญตารางประกอบ	ช
สารบัญภาพประกอบ	ญ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความรู้ทั่วไป	1
1.2 สารหล่อลื่น	2
1.3 หน้าที่ของสารหล่อลื่น	2
1.4 การหล่อลื่น	3
1.5 น้ำมันหล่อลื่น	5
1.6 น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้งานแล้ว	20
1.7 ถ่านกัมมันต์	24
1.8 ดิน (Clay)	25
1.9 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	27
บทที่ 2 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	28
2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	28
2.2 สารเคมี	28
2.3 น้ำมันเครื่องที่ใช้ในการทดลอง	28
2.4 การทดลองและผลการทดลอง	29
บทที่ 3 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	81
3.1 การกำจัดน้ำออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว	81
3.2 การกำจัดสิ่งสกปรกและปรับปรุงสีในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว	82
3.3 การตรวจสอบผงโลหะในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว	83
3.4 การตรวจสอบหาสิ่งที่ไม่ละลาย	83
3.5 การทดสอบความเป็นกรด	84

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 การทดสอบความหนืด	85
3.7 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำมันหล่อลื่นโดยใช้วิธี GC – MS	87
บรรณานุกรม	90
ประวัติการศึกษา	93

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญตารางประกอบ

ตาราง	หน้า
1.1 ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบ	6
1.2 การใช้สารเพิ่มคุณภาพ	12
1.3 การจำแนกดินตามประโยชน์ในการใช้	25
2.1 ผลที่ได้จากการกลั่นน้ำมันหล่อลื่น	29
2.2 ผลการกลั่นน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุงแล้ว	30
2.3 ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการตกตะกอนของสิ่งสกปรก	30
2.4 เปอร์เซ็นต์น้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการปรับปรุงสี	31
2.5 ผลการทดสอบผงโลหะด้วยวิธีการเผา	38
2.6 ผลการวิเคราะห์หา Insoluble โดยวิธีการ Centrifuge	42
2.7 ปริมาตรของการไตเตรต KHP ด้วย KOH	44
2.8 ปริมาตรของการไตเตรตสารละลายน้ำมันหล่อลื่น 20 gm ด้วยสารละลาย KOH, Standard alcoholic	46
2.9 ปริมาตรของการไตเตรตสารละลายน้ำมันหล่อลื่น 2 gm ด้วยสารละลาย KOH, Standard alcoholic	47
2.10 ค่า Total Acid Number (TAN) จากการไตเตรตน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่าง ด้วยสารละลาย KOH	49
2.11 ผลการวัดความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วและน้ำมันที่ปรับปรุงแล้ว ด้วยเครื่อง Saybolt Viscometer	52
2.12 ค่า kinematic viscosity ของน้ำมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ	58
2.13 ค่า viscosity index	62
2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอุณหภูมิที่มีค่าดัชนีความข้นสูงและต่ำ (S.U.S.)	63
2.15 ทดสอบการละลายของ polymer	64
2.16 ผลการวัดความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุงเมื่อเติม polypropylene ในอัตราส่วนต่างๆ	66
2.17 ค่า kinematic viscosity ที่หาได้จากวิธีต่างๆ	69
2.18 ค่า viscosity index ของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ปรับปรุงโดยการเติม polypropylene ในอัตราส่วนต่างๆ	69

สารบัญตารางประกอบ (ต่อ)

ตาราง	หน้า
2.19 ผลการวัดความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุงเมื่อเติม polyisoprene ในอัตราส่วนต่างๆ	70
2.20 ค่า kinematic viscosity ที่หาได้จากวิธีต่างๆ	73
2.21 ค่า viscosity index ของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ปรับปรุงโดยการเติม polyisoprene ในอัตราส่วนต่างๆ	73
3.1 เกณฑ์กำหนดปริมาณน้ำโดยทั่วไป	82
3.2 ค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นรถยนต์ชนิดต่างๆ	85
3.3 ค่าความหนืดจลน์ของน้ำมันหล่อลื่นที่เติม polypropylene ในอัตราส่วนต่างๆ	86

ญ

สารบัญภาพประกอบ

รูป	หน้า	
1.1	ผิวหน้าวัสดุเมื่อมองด้วยตาเปล่าและดูด้วยแว่นขยาย	3
1.2	ผิวสัมผัสโลหะที่ไม่มีสารหล่อลื่นและมีสารหล่อลื่น	4
1.3	กรรมวิธีการกลั่นน้ำมันและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น	5
1.4	ไดอะแกรมการผลิตน้ำมันหล่อลื่น	10
1.5	การกลั่นน้ำมันหล่อลื่น (หอกลิ้นแบบสูญญากาศ)	11
1.6	ความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มคุณภาพกับการขยายตัวของสารเพิ่มคุณภาพ	20
1.7	แผนผังการปรับปรุงน้ำมันเครื่องโดยวิธี Acid – Clay Process	21
1.8	The Interline Process	24
2.1	เปรียบเทียบสีของน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ Esso	32
2.2	เปรียบเทียบสีของน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ Penzoi	32
2.3	เปรียบเทียบสีของน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ Castrol	33
2.4	เปรียบเทียบสีน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุงโดยวิธีต่างๆ	33
2.5	การตรวจสอบผงคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ถ่ายรูป	34
2.6	การตรวจสอบผงคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุงแล้ว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ถ่ายรูป (โดยวิธี activated charcoal – clay)	35
2.7	การตรวจสอบผงคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุงแล้ว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ถ่ายรูป (โดยวิธี silica gel)	35
2.8	การตรวจสอบผงคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้งาน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ถ่ายรูป	36
2.9	วิธีเตรียมตะกอนของผงโลหะในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว	37
2.10	IR spectrum ของตะกอนในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว	40
2.11	IR spectrum ของตะกอนที่เผาไหม้ไม่หมดจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว	41
2.12	เครื่องมือวัดความหนืด Saybolt viscometer	50
2.13	chart การหาค่า kinematic viscosity	59
2.14	แผนภูมิการหาค่า viscosity index, VI	61
2.15	โครมาโตแกรมจาก GC – MS ของน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุง ยี่ห้อ Esso	75

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
2.16 โครมาโตแกรมจาก GC – MS ของน้ำมันหล่อลื่นเดิม polypropylene ยี่ห้อ Esso	76
2.17 โครมาโตแกรมจาก GC – MS ของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้งาน ยี่ห้อ Esso	77
2.18 โครมาโตแกรมจาก GC – MS ของน้ำมันหล่อลื่นที่ปรับปรุง ยี่ห้อ Penzoil	78
2.19 โครมาโตแกรมจาก GC – MS ของน้ำมันหล่อลื่นเดิม polypropylene ยี่ห้อ Penzoil	79
2.20 โครมาโตแกรมจาก GC – MS ของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้งาน ยี่ห้อ Penzoil	80
3.1 ขั้นตอนการ purified น้ำมันหล่อลื่น	88
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	89

อักษรย่อและสัญลักษณ์

S.U.S	=	Saybolt Universal Second
sCt	=	Centistoke
KHP	=	Potassium hydrogen phthalate
C°	=	Celsius
gm	=	gram (s)
TAN	=	Total Acid Number
TBN	=	Total Base Number
cm ³	=	Cubic centimeter
IR	=	Infrared spectroscopy
M	=	Molar (concentration)
mg	=	milligram (s)
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
PP	=	polypropylene
PI	=	polyisoprene
VI	=	Viscosity Index
SAE	=	Society of Automotive Engineers
GC – MS	=	Gas chromatography - Mass spectrometer
PMMA	=	polymethyl methacrylate