

การศึกษากระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วโดยใช้กรดและดินเหนียว
ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1438-2540

ปริญญานิพนธ์
ของ
นภาพร บัวบาน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
เมษายน 2548

การศึกษากระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วโดยใช้กรดและดินเหนียว
ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1438-2540

บทคัดย่อ
ของ
นภาพร บัวบาน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
เมษายน 2548

นภาพร บัวบาน.(2548). การศึกษากระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วโดยใช้กรดและ

ดินเหนียว ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1438-2540.

ปริญญาานิพนธ์ กศม.(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร,

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถนอมสิน ดิสภาพร

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วโดยใช้กรดและดินเหนียว โดยเริ่มจากนำน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วมาทดสอบคุณลักษณะก่อนบำบัด แล้วนำมาต้มให้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 100-120 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำและสิ่งเจือปนต่างๆ ออกจากนั้นนำน้ำมันส่วนบนไปบำบัดต่อยกกรดซัลฟริกเข้มข้น โดยใช้กรดประมาณร้อยละ 2-5 ของน้ำหนักน้ำมัน เพื่อให้กรดทำปฏิกิริยากับสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน พาราฟิน หรือ แนพทีน เกิดเป็นตะกอนกรด แล้วจึงนำมาผ่านความร้อนและกวนกับดินเหนียว โดยใช้อุณหภูมิ 140-150 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดสารที่มีสีและสิ่งเจือปนออก แล้วกรองเฉพาะน้ำมันใสส่วนบนมาทดสอบคุณลักษณะตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ (มอก.1438-2540) ซึ่งมีคุณลักษณะที่ทดสอบ คือ ความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ปริมาณน้ำ ปริมาณเถ้า สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน กากซัลเฟต และการกัดกร่อนทองแดง

จากผลการวิจัยพบว่าคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด คือ ความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ปริมาณน้ำ สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน สำหรับค่าความเป็นกรดและปริมาณเถ้า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด ส่วนปริมาณกากซัลเฟตก่อนบำบัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และการกัดกร่อนทองแดงก่อนการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพียง 3 ตัวอย่าง อีก 7 ตัวอย่าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้ทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่ผ่านมาตรฐานมอก.1438-2540 เกณฑ์กำหนดประเภท ก. แต่ผ่านเกณฑ์กำหนดประเภท ข. ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในงานหยอดทิ้ง งานหล่อลื่นโซ่ หรือทาไม้แบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบความหนืดที่อุณหภูมิ 100°C ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D445 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีค่าความหนืดเฉลี่ย 8.31 เซนติสโตกส์ หลังการบำบัดเฉลี่ย 8.14 เซนติสโตกส์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด

2. การหาค่าดัชนีความหนืดตามวิธีมาตรฐาน ASTM D2270 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีค่าดัชนีความหนืดเฉลี่ย 104 หลังการบำบัดเฉลี่ย 103 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด

3. การทดสอบจุดวาบไฟ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D92 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีจุดวาบไฟเฉลี่ย 239 °C หลังการบำบัดเฉลี่ย 238 °C ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด

4. การทดสอบความเป็นกรดรวม ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D974 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว ก่อนการบำบัดมีค่าความเป็นกรดเฉลี่ย 0.43 มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของ ตัวอย่าง หลังการบำบัดเฉลี่ย 0.12 มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด

5. การทดสอบหาปริมาณน้ำ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D95 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีปริมาณน้ำในตัวอย่างเฉลี่ยร้อยละ 0.18 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.00 โดยน้ำหนัก ก่อนการบำบัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

6. การทดสอบหาปริมาณเถ้า ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D482 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว ก่อนการบำบัดมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.203 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.061 โดยน้ำหนัก ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

7. การทดสอบความเข้มของสี ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D1500 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้งก่อนและหลังการบำบัดมีสีผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

8. การทดสอบหาปริมาณกากคาร์บอน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4530 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีปริมาณกากคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 0.206 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณกากคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 0.046 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด

9. การทดสอบจุดไหลเท ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D97 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีจุดไหลเทเฉลี่ย -22°C หลังการบำบัดมีค่าจุดไหลเทเฉลี่ย -9°C ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด

10. การทดสอบหาปริมาณกำมะถัน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4294 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีปริมาณกำมะถันเฉลี่ยร้อยละ 0.570 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณกำมะถันเฉลี่ยร้อยละ 0.449 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งก่อนและหลังการบำบัด

11. การทดสอบหากรดซัลเฟต ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D874 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีปริมาณกรดซัลเฟตเฉลี่ยร้อยละ 0.111 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณกรดซัลเฟตเฉลี่ยร้อยละ 0.030 โดยน้ำหนัก ซึ่งก่อนการบำบัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

12. การทดสอบการกัดกร่อนทองแดง ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D130 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดวัดการกัดกร่อนทองแดงได้ 1a ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง ส่วนหลังการบำบัดมีน้ำมันตัวอย่างที่ 2,4,8 ได้ค่า 1b ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนตัวอย่างที่ 1,3,5,6,7,9,10 ได้ค่า 2c,2c,2a,2c,4a,2c,4a ตามลำดับ ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ด้านปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้หลังผ่านการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.04

A STUDY OF ACID AND CLAY TREATMENT PROCESS ON
USED HYDRAULIC OIL UNDER THAI INDUSTRIAL STANDARD 1438-2540

AN ABSTRACT
BY
NAPAPORN BUABAN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
April 2005

Napaporn Buaban. (2005). *A study of Acid and Clay Treatment Process on used Hydraulic Oil under Thai Industrial Standard 1438-2540*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr.Pairust Vongyuttakrai, Assist. Prof. Thanomsin Disataporn.

The objective of this thesis was to study the Acid and Clay Treatment Process on used Hydraulic oil. The experiment started by measuring used Hydraulic oil's characteristic by boiling it at 100-120°C to filter its sludge off. The treating process of using 2-5%w/w sulfuric acid to condense Hydrocarbon Compound, paraffin, and naphthene was done after, following the steps of heating, and mixing it with clay at 140-150 °C to remove pigment and sludge. After being filtered, treated Hydraulic oil was tested following TIS 1438-2540 with Viscosity, Viscosity Index, Flash Point, Acid Number, Water Content, Ash Content, ASTM Color, Carbon Residue, Pour Point, Sulfur Content, Sulfate Ash Content, and Copper Corrosion.

The result of the experiment, should that the all before- and after-treatment samples of Viscosity, Viscosity Index, Flash Point, Water Content, ASTM Color, Carbon Residue, Pour Point, and Sulfur Content passed the assigned standard while the Acid Value's and Ash Content's samples of both before- and after-treatment samples did not pass the assigned one. Before-treatment samples of Sulfate Ash passed but after-treatment samples did not. The before-treatment samples of Copper Corrosion passed but after-treatment samples passed only 3 out of 7 samples. Therefore, the 10 samples of the treated used Hydraulic oil did not pass the assigned standard type Gor but they passed the assigned standard type Kok of TIS 1438-2540. Samples passing type Kok could be used as machine lubricator, chain oil and Mould oil. The details of all testing method are as follows:

1.The experiment of Viscosity at 100 °C by following ASTM test method D445: Average before-treatment samples' result showed 8.31 centiStoke and average after-treatment samples' result showed 8.14 centiStoke. Both results passed the assigned standard.

2.The experiment of Viscosity Index by following ASTM test method D2270: Average before-treatment samples' result showed 104 and average after-treatment samples' result showed 103. Both results passed the assigned standard.

3.The experiment of Flash Point by following ASTM test method D92: Average before-treatment samples' result showed 239 °C and average after-treatment samples' result showed 238 °C. Both results passed the assigned standard.

4.The experiment of Total Acid Content by following ASTM test method D974: Average before-treatment samples' result showed 0.43 mgKOH/g(sample) and average after-treatment samples' result showed 0.12 mgKOH/g(sample). Both results did not pass the assigned standard.

5.The experiment of Water Content by following ASTM test method D95: Average before-treatment samples' result showed 0.18% by mass which passed the assigned standard, but after-treatment samples' result showed 0.00% by mass which did not pass the assigned standard.

6.The experiment of Ash Content by following ASTM test method D482: Average before-treatment samples' result showed 0.203% by mass and average after-treatment samples' result showed 0.061% by mass average. Both results did not pass the assigned standard.

7.The experiment of ASTM Color by following ASTM test method D1500: before-treatment and after-treatment samples' results did not pass the assigned standard.

8.The experiment of Carbon Residue by following ASTM test method D4530: Average before-treatment samples' result showed 0.206% by mass and average after-treatment samples' result showed 0.046% by mass. Both results passed the assigned standard.

9.The experiment of Pour Point by following ASTM test method D97: Average before-treatment samples' result showed -22 °C ,and average after-treatment samples' result showed -9 °C. Both results passed the assigned standard.

10.The experiment of Sulfur Content by following ASTM test method D4294: Average before-treatment samples' result showed 0.570% by mass and average after-treatment samples' result showed 0.449% by mass. Both results passed the assigned standard.

11.The experiment of Sulfate Ash Content by following ASTM test method D874: Average before-treatment samples' result showed 0.111% by mass which did not pass the assigned standard but average after-treatment samples' result showed 0.030% by mass which passed the assigned standard.

12.The experiment of Copper Corrosion by following ASTM test method D130: All before-treatment samples showed 1a which passed the assigned standard together with after-treatment samples no.2,4,and 8 which showed 1b that passed the assigned standard. At the same time, samples no.1,3,5,6,7,9,10 showed 2c,2c,2a,2c,4a,2c,4, respectively, which did not pass the assigned standard.

The measurement of the treated used hydraulic oil content which consisted of 10 samples showed 75.04% average.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตากรุณาเป็นอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผศ. ถนอมสิน ดิสถาพร กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร. อู่วิทย์ สุวคันทรกุล และอาจารย์โอภาส สุขหวาน กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่อง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณบริษัทวิทยาคอร์ป โปรดักส์ จำกัด ที่อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการ ในการทำการทดลองบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว และใช้เครื่องมือทดสอบคุณลักษณะ พร้อมทั้งขอขอบคุณ คุณสมใจ อาจสัจจร พนักงานห้องปฏิบัติการ และอีกหลายๆ ท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ช่วยทดสอบและทดลองการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว ทั้งยังเป็นกำลังใจกับผู้วิจัยตลอดมา จนการทำปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณภัทริยา เกษศรี จากบริษัทโปรดักส์ ดีเวลลอปเม้นท์ เมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด ที่ติดต่อประสานงานในการทดสอบการกัดกร่อนทองแดง และปริมาณกำมะถัน โดยให้ความอนุเคราะห์คิดค่าบริการในราคาพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณรัชชัย บุญสงคราม จากบริษัทไอแอลพลูอิค คอนโทรล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์นำเครื่องสาธิตมาให้ทดสอบหาปริมาณกากคาร์บอนโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้องทุกคน สามี ครู-อาจารย์ อันเป็นที่เคารพรัก รวมถึงบุคคลที่ให้การสนับสนุนทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และตลอดไป

นภาพร บัวบาน

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
	สมมติฐานการวิจัย.....	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปิโตรเลียม.....	8
	น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน.....	11
	การผลิตน้ำมันหล่อลื่น.....	12
	น้ำมันไฮดรอลิก.....	21
	น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว.....	26
	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1438-2540.....	36
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
	กลุ่มตัวอย่าง.....	43
	เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	43
	ขั้นตอนการทดลอง.....	45
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
	การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด.....	52
	การบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว.....	55
	การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัด.....	56
	การหาปริมาณน้ำมันที่ได้จากกระบวนการบำบัด.....	63

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	64
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	64
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	64
	เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	64
	วิธีดำเนินการวิจัย.....	64
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
	สรุปผลการวิจัย.....	65
	อภิปรายผลการวิจัย.....	67
	ข้อเสนอแนะ.....	71
	บรรณานุกรม.....	73
	ภาคผนวก.....	76
	ภาคผนวก ก.....	77
	ภาคผนวก ข.....	80
	ภาคผนวก ค.....	87
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	93

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

น้ำมันปิโตรเลียม และน้ำมันดิบ เป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่ประมาณ 450 ปี ก่อนคริสตกาล โดยการกลั่นในช่วงแรกๆ อยู่ทางแถบทะเลคาสเปียนทางตะวันออกกลาง น้ำมันต่างๆ เมื่อกลั่นออกมา ก็จะได้น้ำมันสีเหลืองเข้มติดไฟได้ การใช้น้ำมันในสมัยโบราณก็เพื่อทำความร้อนและจุดไฟให้แสงสว่าง ใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือน และทำถนน (ปราโมทย์ ไชยเวช และ นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์. 2543 : 1) ต่อมาได้พบแหล่งน้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) อีกหลายแห่ง การสำรวจและขุดเจาะจึงเริ่มมีการพัฒนาขึ้นควบคู่ไปกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี ปิโตรเลียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะหมายถึง น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติเหลว และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและอยู่ในสภาพอิสระไม่ว่าจะมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ โดยทั่วไปแล้วปิโตรเลียม จะประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน และไนโตรเจน ทำให้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมมีหลากหลายชนิด และมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ทั้งผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่นและจาระบี ยางมะตอยและซีเมนต์ รวมทั้งผลิตภัณฑ์อื่นที่ใช้เป็นตัวทำละลายและสารเคมีที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก มีการนำผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมมาใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง และการผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นสารหล่อลื่นสำหรับเครื่องจักรยนต์กลไกต่างๆ นอกจากนี้ ยังใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตพลาสติก ผงซักฟอก โยสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช และปิโตรเคมีภัณฑ์ เนื่องจากปิโตรเลียมเกิดจากการก่อตัวและสะสมตัวของสารไฮโดรคาร์บอนที่ต้องใช้เวลาเป็นล้านปี การนำปิโตรเลียมมาใช้งานจึงเป็นเรื่องที่ยุ้งยากและซับซ้อน ทั้งยังต้องมีการสำรวจและขุดเจาะซึ่งต้องใช้เงินทุนจำนวนมาก การใช้ทรัพยากรจากปิโตรเลียมอย่างมีประสิทธิภาพและมีการพัฒนานำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) จึงเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรของประเทศ และลดต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง

น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil) มีองค์ประกอบหลักเป็นพาราฟิน (Paraffins) แนฟทีน (Naphthenes) และอะโรมาติก (Aromatic) โดยเกิดจากการนำน้ำมันดิบมาผ่านกระบวนการกลั่นลำดับส่วนภายใต้หากลั่นบรรยากาศ ส่วนที่นำมาคือส่วนากน้ำมันจากหากลั่นน้ำมันดิบ หลังจากนั้นจึงนำน้ำมันที่ได้มาปรับปรุงคุณภาพ โดยการสกัดสารที่ไม่อึดตัวด้วยตัวทำละลายและแยกส่วนที่เป็นไขออก กำจัดกำมะถันและฟอสฟอรัส รวมทั้งเพิ่มไฮโดรเจนเพื่อให้ได้น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมกับการใช้งาน และมีคุณสมบัติเพื่อใช้ในการหล่อลื่น ลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ช่วยระบายความร้อนของผิวหน้าวัสดุที่สัมผัสกัน เพิ่มความลื่น ลดแรงกดของเครื่องยนต์เครื่องจักรขณะทำงานไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายหรือสึกหรอ

รวมทั้งยังช่วยป้องกันการเกิดสนิมและการกัดกร่อน น้ำมันหล่อลื่นที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวใส เรียกว่าน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน ส่วนขั้นตอนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปคือการนำน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน มาเติมสารเพิ่มคุณภาพ เช่น สารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารป้องกันการกัดกร่อน สารป้องกันสนิม สารป้องกันการสึกหรอ เป็นต้น เพื่อให้ได้คุณลักษณะของน้ำมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการหล่อลื่นชิ้นส่วนของเครื่องยนต์และเครื่องจักรกลในส่วนต่างๆ เช่น ภายในห้องเพลาช้อเหวียง ห้องเกียร์ และเฟืองท้าย ระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรและส่วนอื่นๆ สำหรับน้ำมันไฮดรอลิก คือ น้ำมันหล่อลื่นประเภทหนึ่งที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรเครื่องยนต์ต่างๆ ซึ่งปัจจุบันมีการใช้น้ำมันไฮดรอลิกกันอย่างแพร่หลายและมีปริมาณการใช้เป็นจำนวนมาก โดยน้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังและแรงอัดไปยังส่วนต่างๆ ของระบบ ทั้งยังหล่อลื่นปั๊มและแบร์ริงตลอดจนทำหน้าที่เป็นซีลและช่วยระบายความร้อน และสามารถทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิสูงได้ โดยต้องมีสารป้องกันการเกิดฟองและป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ป้องกันสนิมและการกัดกร่อน และสามารถแยกตัวออกจากน้ำได้ดี น้ำมันไฮดรอลิกแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือน้ำมันไฮดรอลิกที่ผลิตจากปิโตรเลียม และน้ำมันไฮดรอลิกทนไฟซึ่งผลิตจากน้ำมันสังเคราะห์ โดยการเลือกใช้ที่ถูกต้องจะต้องพิจารณาถึงวิธีการทำงานของระบบไฮดรอลิกและสภาพเครื่องจักรเป็นหลัก

ปัจจุบันมีปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่นเพิ่มขึ้น โดยพบว่าน้ำมันหล่อลื่นมีการใช้เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 ต่อปี โดยในปี 2536 มีปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่นสูงถึง 487 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นเป็น 535 ล้านลิตรในปี 2537 และเป็น 600 ล้านลิตร ในปี 2538 แม้ว่าในปี 2540-2541 อัตราการใช้หล่อลื่นเริ่มติดลบ แต่ระดับปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่นโดยรวมยังสูงมาก คือ อยู่ในช่วง 400-500 ล้านลิตรต่อปี ลักษณะการใช้งานเมื่อถูกใช้ในการหล่อลื่นจนครบอายุการเปลี่ยนถ่ายพบว่า จะถูกเผาไหม้หรือระเหยไปในการใช้งานประมาณร้อยละ 30 และอีกร้อยละ 70 ที่เหลือจะถูกเปลี่ยนถ่ายออกมาเป็นน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ซึ่งแตกต่างจากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งจะถูกเผาไหม้จนหมดไป (ชัยวัฒน์ เตจุนันท์. 2542 : 12-13) การเพิ่มปริมาณการใช้อย่างมากนี้ ทำให้มีส่วนของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วเพิ่มขึ้นตามไปด้วย น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมต่างๆ ถือเป็นขยะอุตสาหกรรม ที่มีผลทางด้านมลภาวะและสิ่งแวดล้อม โดยการกำจัดทำลายน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วก็ดำเนินการได้ยาก ต้องนำไปผสมกับกากอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้วต้องทำลายด้วยการเผา และปรับสภาพให้เป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ที่มีคุณสมบัติเผาในเตาเผาซีเมนต์ ให้มีระดับมลพิษที่เกิดขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่รัฐบาลกำหนด ซึ่งขั้นตอนการกำจัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วเหล่านี้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงและสูญเสียเวลาเป็นอย่างมาก การนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาผ่านกระบวนการกลั่นใหม่ (Re-Refining Process) โดยผ่านกระบวนการบำบัด (Treatment) ต่างๆ ที่ได้มาตรฐานจึงถือเป็นการเพิ่มมูลค่า (value added) ของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว โดยไม่ต้องนำไปกำจัดทิ้งซึ่งสามารถแก้ปัญหาปริมาณน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่มีอยู่เป็นจำนวนมากได้

การศึกษาคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว จากวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้กระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว (Acid/Clay Treatment) เริ่มจากการเก็บน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือแหล่งใช้งาน มาต้มโดยใช้อุณหภูมิประมาณ 100-120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง เพื่อไล่น้ำและสิ่งเจือปนที่มีจุดเดือดต่ำออก จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น เพื่อให้ตกตะกอนของแข็งและสารแขวนลอยต่างๆ ออกมา แยกตะกอนออกแล้วนำน้ำมันส่วนบนไปบำบัดต่อด้วยกรดซัลฟริกเข้มข้น โดยใช้กรดประมาณร้อยละ 2-5 ของน้ำหนักน้ำมัน เพื่อให้กรดทำปฏิกิริยากับสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน พาราฟิน หรือ แนพทีน ที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหล่อลื่นเพื่อให้เกิดเป็นสารโพลิเมอร์ เกิดเป็นตะกอนกรด (Acid Sludge) แล้วจึงกำจัดตะกอนกรดออก ซึ่งกรดซัลฟริกเข้มข้นจะทำปฏิกิริยาได้ดีมากแม้ใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย หลังจากนั้นนำน้ำมันที่ผ่านการบำบัดด้วยกรดแล้วไปผ่านความร้อนและกวนกับดินเหนียว เพื่อกำจัดสารที่มีสีและสารปนเปื้อนที่ยังคงเหลืออยู่ออก แล้วตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ให้แยกส่วนที่เป็นดินเหนียวออกแล้วนำน้ำมันใสส่วนบนมากรอง โดยใช้การกรองแบบสุญญากาศ 2-3 ครั้ง จะได้น้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่ผ่านการบำบัด หลังจากนั้นจึงนำน้ำมันหล่อลื่นที่ได้ไปทดสอบคุณลักษณะตามมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ (มอก.1438-2540) เนื่องจากกระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว เป็นกระบวนการที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายไม่ซับซ้อนและได้ปริมาณน้ำมันหลังการบำบัดในสัดส่วนที่สูง ประกอบกับน้ำมันไฮดรอลิกมีปริมาณการใช้เป็นจำนวนมากตามโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ถ่ายออกมาจากระบบไฮดรอลิกก็มีความสกปรกน้อยกว่าน้ำมันในระบบเครื่องยนต์และระบบอื่นๆ การวิจัยครั้งนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการที่โรงงานอุตสาหกรรม หรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีการใช้น้ำมันไฮดรอลิกปริมาณมากๆ จะนำกระบวนการนี้ไปจัดการน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพราะส่วนมากการแปรสภาพน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วในปัจจุบัน จะเป็นการบำบัดเบื้องต้น เช่น แยกน้ำ กรองสิ่งสกปรก และนำไปจำหน่ายโดยไม่มีบำบัดหรือทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันว่าตรงตามมาตรฐานหรือไม่

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการนำน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วมาผ่านกระบวนการบำบัดแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อช่วยลดปริมาณน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่มีอยู่ตามโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งใช้งานต่างๆ ซึ่งเป็นการประหยัดการใช้ทรัพยากรจากปิโตรเลียม ที่นำมากลั่นเป็นน้ำมันหล่อลื่น ที่นับวันจะหมดไป ทั้งยังช่วยลดมลภาวะและรักษาสภาพแวดล้อมที่เกิดจากสารพิษที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว และช่วยผู้ประกอบการลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย การนำน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ จึงสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษา ในด้านการสร้างสรรค์และตระหนักถึงผลกระทบของอุตสาหกรรมต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรของชาติอย่างประหยัด โดยมีส่วนร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโดยรวม

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังจากผ่านกระบวนการบำบัดโดยใช้กรดและดินเหนียว โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ (มอก.1438-2540)

ความสำคัญของการวิจัย

1. สามารถอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติจากปิโตรเลียมและน้ำมันดิบ ที่นำมากลั่นเป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน โดยการนำน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วกลับไปเข้ากระบวนการบำบัดเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
2. สามารถลดมลภาวะและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วแพร่กระจายและปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำ

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วเท่านั้น โดยไม่จำกัดเบอร์ความหนืดและความสกปรกของน้ำมัน ซึ่งเก็บตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป นำมาผ่านกระบวนการบำบัดโดยใช้กรดและดินเหนียว โดยดำเนินการในห้องทดลอง ซึ่งเริ่มจากการนำน้ำมันมาต้ม เพื่อไล่ไอน้ำและสิ่งเจือปนที่มีจุดเดือดต่ำออก จากนั้นแยกตะกอนออกแล้วนำน้ำมันส่วนบนไปบำบัดต่อด้วยกรดซัลฟริกเข้มข้น เพื่อให้กรดทำปฏิกิริยากับสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน เพื่อให้เกิดเป็นสารโพลีเมอร์ เกิดเป็นตะกอนกรด แล้วจึงกำจัดตะกอนกรดออก จากนั้นบำบัดโดยใช้ดินเหนียวเพื่อกำจัดสารที่มีสีและสารปนเปื้อนที่ยังคงเหลืออยู่ ออก เพื่อให้ได้น้ำมันที่ใสและมีคุณลักษณะที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ โดยในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคุณลักษณะทางด้านค่าความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ความเป็นกรด ปริมาณน้ำ ปริมาณกำมะถัน ปริมาณคาร์บอน จุลชีพ ปริมาณกำมะถัน กากซัลเฟต การกัดกร่อนทองแดง โดยคุณลักษณะทางด้านปริมาณโพลีไซคลิกแอโรแมติก และปริมาณโพลีคลอรีเนเตดไบฟีนิล ไม่ทำการทดสอบ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือทดสอบต้องส่งทดสอบต่างประเทศ อีกทั้งคุณลักษณะทางด้านปริมาณโพลีไซคลิกแอโรแมติก และปริมาณโพลีคลอรีเนเตดไบฟีนิล จะมีผลเมื่อปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำและพื้นดิน ซึ่งเป็นสาเหตุการเกิดโรคมะเร็งในมนุษย์ แต่ไม่มีผลต่อลักษณะการใช้งาน โดยทำการทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการบำบัดเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบตามเกณฑ์ที่กำหนดประเภท ก. ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1438-2540.

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยไม่จำกัดเบอร์
ความหนืดและความสกปรกของน้ำมัน

กลุ่มตัวอย่าง คือ น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ศึกษาคุณลักษณะและปริมาณของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนและหลังการบำบัด ตาม
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1438-2540

2.1 คุณลักษณะน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนและหลังการบำบัด

2.1.1 ความหนืดคิเนแมติกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (เซนติสโตกส์)

2.1.2 ดัชนีความหนืด

2.1.3 จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส

2.1.4 ความเป็นกรด มิลลิกรัมโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง

2.1.5 น้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก

2.1.6 เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก

2.1.7 สี เอ เอส ที เอ็ม (ASTM)

2.1.8 กากคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก

2.1.9 จุดไหลเท องศาเซลเซียส

2.1.10 กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก

2.1.11 กากซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก

2.1.12 การกัดกร่อนทองแดง (ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง)

2.2 สัดส่วนปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้จากกระบวนการบำบัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกและเป็นน้ำมัน
หล่อลื่นที่ใช้งานแล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม

2. กระบวนการบำบัดโดยใช้กรดและดินเหนียว หมายถึง การบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้
แล้วโดยการใส่น้ำ และตามด้วยการใช้กรดเพื่อตกตะกอนแล้วกำจัดตะกอนกรดออก นำน้ำมันที่
ผ่านการบำบัดด้วยกรดแล้วไปผ่านความร้อนและกวนกับดินเหนียว เพื่อกำจัดสารที่มีสี และสาร
ปนเปื้อนที่ยังคงอยู่ออกไป ส่วนดินเหนียวจะถูกแยกออกจากน้ำมันโดยการกรอง

3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1438-2540 หมายถึง มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่ (Re-Refined Base Oil) ซึ่งกำหนดคุณลักษณะตามมาตรฐาน ไว้ดังนี้

3.1 ความหนืด หมายถึง อัตราความต้านทานการไหลของน้ำมันหล่อลื่น ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกต่อหนึ่งหน่วยเวลา

3.2 ดัชนีความหนืด หมายถึง ตัวเลขที่ใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดกับอุณหภูมิ โดยน้ำมันที่มีค่าดัชนีความหนืดสูงอุณหภูมิจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดน้อย

3.3 จุดวาบไฟ หมายถึง อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมันหล่อลื่นที่จะติดไฟ เมื่อมีเปลวไฟผ่านภายใต้สภาวะมาตรฐาน

3.4 ความเป็นกรด หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ใช้ทำปฏิกิริยาไตเตรตกรดที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่น

3.5 น้ำ หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีผสมอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นหาได้โดยวิธีการกลั่น

3.6 เถ้า หมายถึง ปริมาณเถ้าของน้ำมันหล่อลื่นหาได้โดยการเผาจนเป็นกากคาร์บอนและกลายเป็นเถ้า แล้วนำไปชั่งจนน้ำหนักคงที่

3.7 สี หมายถึง สีของน้ำมันหล่อลื่นที่ทดสอบตามมาตรฐาน เอ เอส ที เอ็ม

3.8 กากคาร์บอน หมายถึง ปริมาณกากถ่านที่เหลือจากการระเหยและเผาไหม้ของน้ำมันหล่อลื่น

3.9 จุดไหลเท หมายถึง อุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มไม่ไหล ตามมาตรฐานจะวัดโดยบวกอุณหภูมิเข้าไป 3°C จากอุณหภูมิจุดที่น้ำมันไม่ไหล

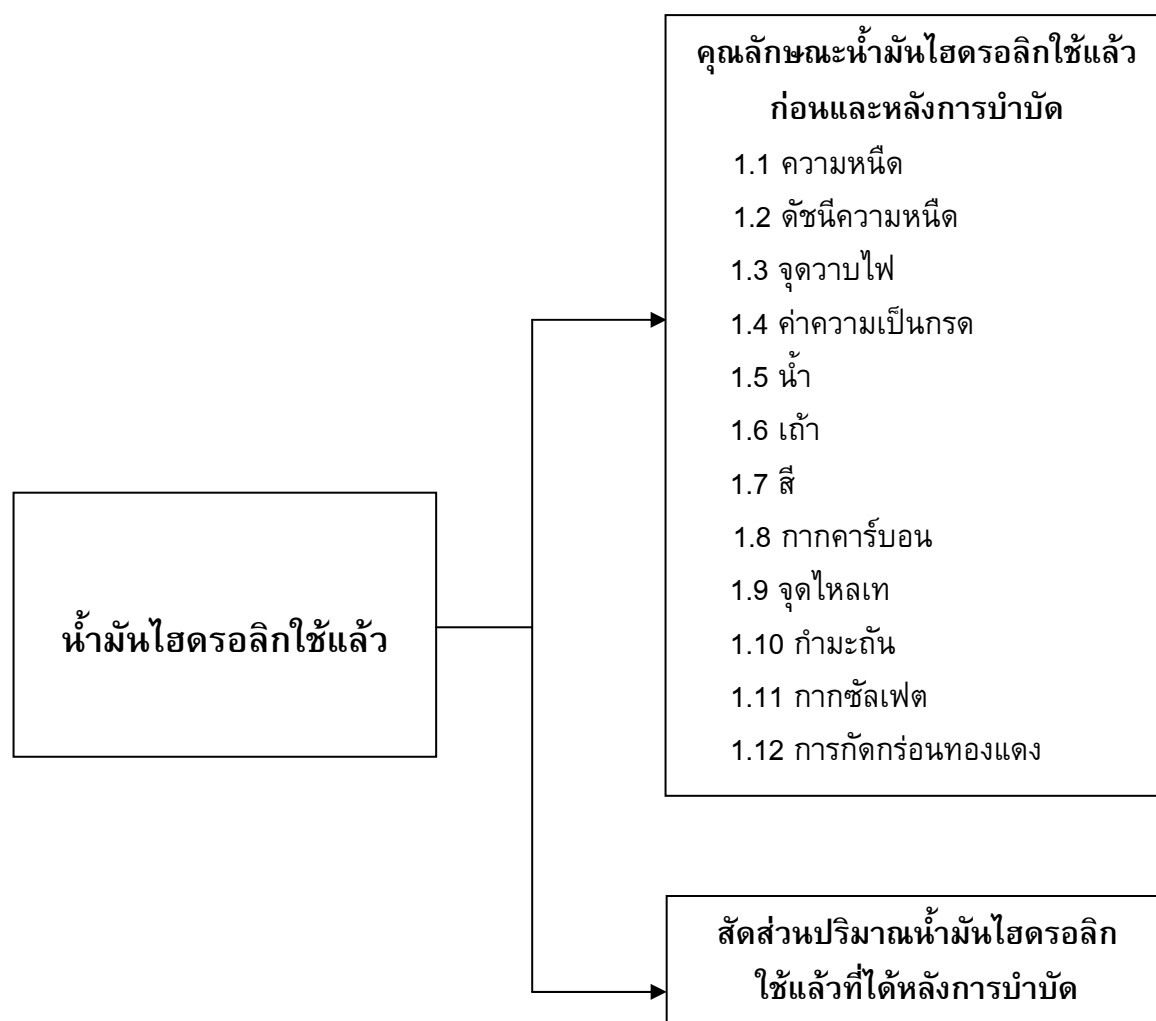
3.10 กำมะถัน หมายถึง ปริมาณกำมะถันในน้ำมันหล่อลื่น

3.11 กากซัลเฟต หมายถึง สิ่งที่เหลือจากการเผาน้ำมันจนเป็นถ่าน ซึ่งจะนำไปทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟริกและนำไปเผาจนน้ำหนักคงที่

3.12 การกัดกร่อนทองแดง หมายถึง การกัดกร่อนทองแดงของน้ำมันหล่อลื่น ที่วัด ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

4. สัดส่วนปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ได้ หมายถึง ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากกระบวนการบำบัดโดยใช้กรดและดินเหนียว เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่ใช้ไปในกระบวนการ เป็นร้อยละโดยปริมาตร

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังผ่านกระบวนการบำบัดโดยใช้กรดและดินเหนียว จะมีคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ (มอก.1438-2540)
2. สัดส่วนปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้จากกระบวนการบำบัดโดยใช้กรดและดินเหนียว ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ใช้

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปิโตรเลียม
2. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน
3. การผลิตน้ำมันหล่อลื่น
4. น้ำมันไฮดรอลิก
5. น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว
6. การบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว
7. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1438-2540)
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปิโตรเลียม

ปิโตรเลียม เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีไฮโดรเจน และคาร์บอน เป็นองค์ประกอบหลัก เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ และเกิดการย่อยสลายขึ้นภายใต้แรงอัด แรงดัน และอุณหภูมิสูง จึงแปรสภาพเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่สลับซับซ้อนหลายชนิดปนกันอยู่ ถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินพรุนโดยมีชั้นหินดินดานปิดทับไว้ ไฮโดรคาร์บอนที่เบาๆ จะมีสภาพเป็นก๊าซ เรียกว่า ก๊าซธรรมชาติ ไฮโดรคาร์บอนที่หนักจะมีสภาพเป็นของเหลว เรียกว่า น้ำมันดิบ ปะปนกันอยู่ในแหล่งเดียวกัน น้ำมันดิบมีหลายชนิด มาจากแหล่งต่างๆ กัน ทุกชนิดจะมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอน 3 ประเภท คือ พาราฟิน แนพทีน และอะโรมาติก โดยปริมาณมากน้อยต่างกัน พาราฟินเป็นไฮโดรคาร์บอนที่คาร์บอนและไฮโดรเจนจับกันเป็นโซ่ตรงและโซ่กิ่ง แนพทีนเป็นพวกที่คาร์บอนต่อกันเป็นวง ส่วนอะโรมาติกจะเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ต่อกันเป็นวงแหวน โดยมีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว น้ำมันดิบที่มีส่วนประกอบของพาราฟินมากจะกลั่นได้น้ำมันดีเซลที่ให้ค่าซีเทนสูง แต่ไม่เหมาะสำหรับนำมากลั่นน้ำมันเบนซิน ส่วนน้ำมันดิบที่มีแนพทีนและอะโรมาติกอยู่มากจะกลั่นได้เบนซินที่ให้ค่าออกเทนสูง น้ำมันดิบประเภทที่นำมากลั่นโดยทั่วไปจะประกอบด้วยพาราฟินเป็นส่วนใหญ่ มีแนพทีนและอะโรมาติกเล็กน้อย ปริมาณจะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด นอกจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแล้ว ยังมีสารประกอบของออกซิเจน กำมะถัน และไนโตรเจน รวมทั้งมีเกลือโลหะที่จะทำให้เกิดเถ้าพวกโซเดียม โพแทสเซียม วานาเดียม เหล็ก และเงิน ปนอยู่เล็กน้อย

1.1 ไฮโดรคาร์บอน มีโครงสร้างต่าง ๆ แยกออกเป็น 2 แบบ

1.1.1 โซ่เปิด (Open Chain Type) โซ่ตรง (Straight Chain) หรือ โซ่กิ่ง (Branched Chain) ซึ่งยังแบ่งตามลักษณะการอิ่มตัว (Saturated) และไม่อิ่มตัว (Unsaturated) ได้อีก 3 แบบ

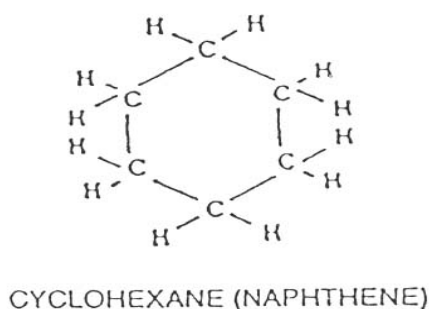
1.1.1.1 อิ่มตัว เรียกว่าอัลเคน (Alkane) หรือพาราฟิน (Paraffin) มีสูตรทั่วไป C_nH_{2n+2} เช่น CH_4 (มีเทน), C_2H_6 (อีเทน), C_3H_8 (โพรเพน), C_4H_{10} (บิวเทน) กลุ่มนี้ โซ่ตรง เรียกว่า นอร์มัล (Normal) หรือนอร์มัลพาราฟิน (N-paraffin) กลุ่มโซ่กิ่ง เรียกว่าไอโซพาราฟิน (Iso-paraffin)

1.1.1.2 ไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่ (Double Bond) เรียกว่าอัลคีน (Alkene) หรือโอเลฟิน (Olefin) มีสูตรทั่วไป C_nH_{2n} เช่น $CH_2 = CH_2$ (เอททิลีน), $CH_3CH = CH_2$ (โพรพิลีน)

1.1.1.3 ไม่อิ่มตัว มีพันธะสาม (Triple Bond) เรียกว่าอัลไคน์ (Alkyne) หรือ อะเซทิลีน (Acetylene) มีสูตรทั่วไป C_nH_{2n-2} เช่น $HC \equiv CH$ (อะเซทิลีน)

1.1.2 วงแหวน (Cycle หรือ Ring Type) แบ่งตามลักษณะการอิ่มตัว (Saturated) และไม่อิ่มตัว (Unsaturated) ได้อีก 2 แบบ

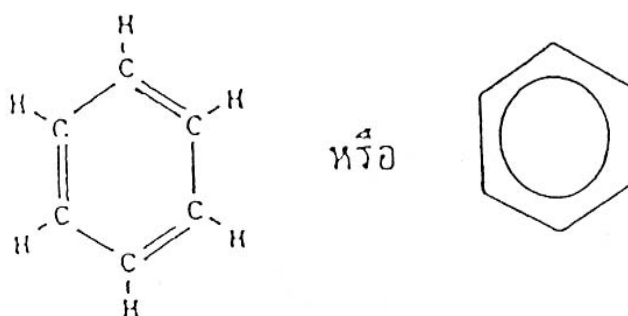
1.1.2.1 อิ่มตัว เรียกว่าแนฟทีน (Naphthene) หรือ ไซโคลพาราฟิน (Cyclo-paraffin) หรือ แบบห่วงโซ่ปิด เช่น ไซโคลเฮกเซน



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของไซโคลเฮกเซน

ที่มา : ชำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สมองคุณ (ม.ป.ป. : 66)

1.1.2.2 อะโรมาติก (Aromatic) มีวงแหวนเบนซีน (Benzene Ring) เป็นหลัก

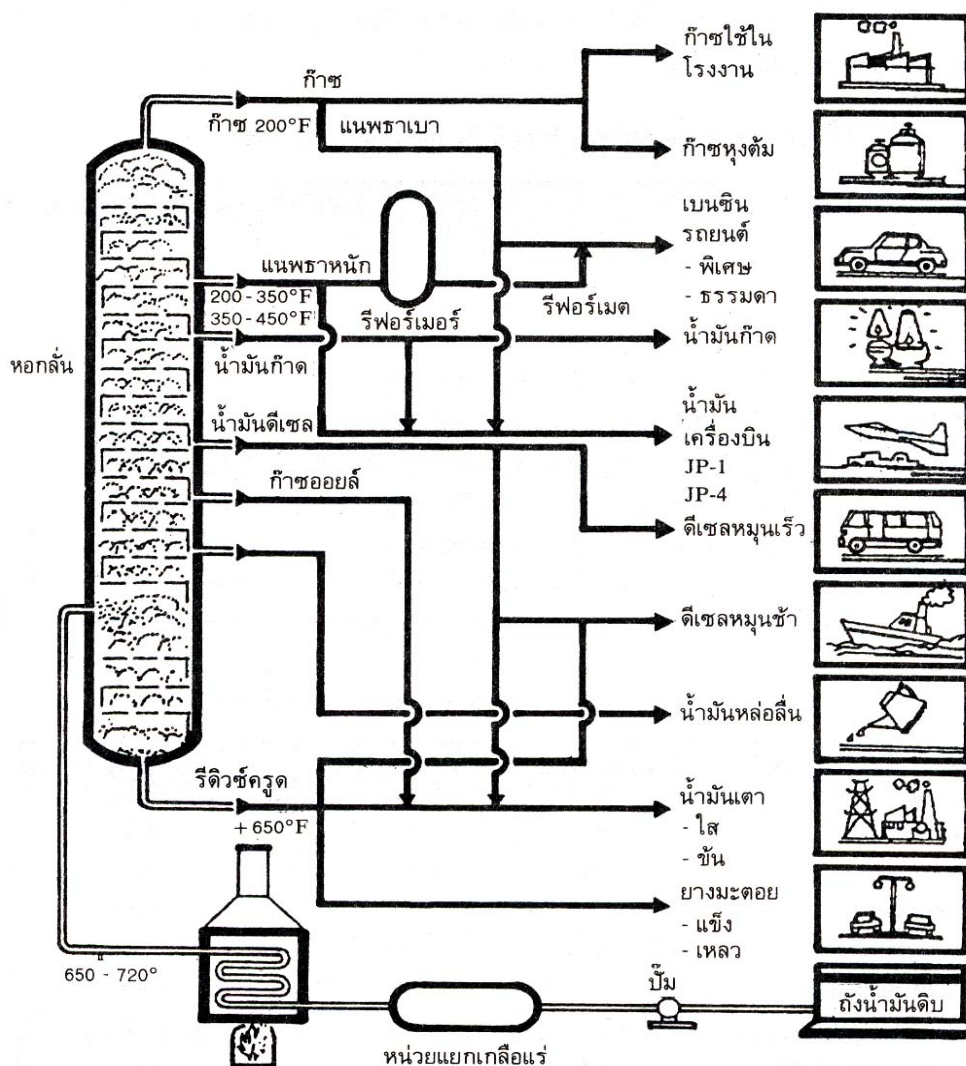


ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของเบนซีน

ที่มา : ชำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สมองคุณ (ม.ป.ป. : 67)

1.2 กรรมวิธีการกลั่นน้ำมัน และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น

กรรมวิธีการกลั่นน้ำมัน เกิดจากการนำน้ำมันดิบมากลั่นลำดับส่วนโดยให้ความร้อนประมาณ 315-371 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นหลายชนิด เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหล่อลื่น



ภาพประกอบ 4 กรรมวิธีการกลั่นน้ำมัน และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น
ที่มา : ชำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สมองคุณ (ม.ป.ป. : 74)

สำหรับน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากการกลั่นลำดับส่วน ได้จากส่วนที่อยู่ก้นหอกลั่นบรรยากาศ ซึ่งจะนำมากลั่นภายใต้สุญญากาศ เพื่อแยกเอาน้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดต่างๆ ออกมา ที่เหลือเป็นกากนำไปผลิตยางมะตอย ซึ่งน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่กลั่นได้ยังถือว่ามีความคุณภาพไม่ดีพอที่จะนำมาผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปได้ ต้องนำมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเพื่อทำให้น้ำมันมีความอยู่ตัวและมีคุณภาพที่ดีขึ้น

2. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน

โดยทั่วไปสารหล่อลื่นที่ใช้ในการหล่อลื่นในงานต่างๆ มีอยู่หลายรูปแบบทั้งก๊าซ ของเหลว ของแข็ง หรือสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว แต่ที่ใช้ส่วนมากจะอยู่ในรูปของเหลว โดยแบ่งคุณลักษณะของสารหล่อลื่นโดยทั่วไปตามสถานะได้ 3 ประเภท คือ ของเหลว ซึ่งได้แก่น้ำมันแร่ (Mineral Oil) และน้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic oil) สารกึ่งแข็งกึ่งเหลว คือ จาระบี (Grease) สารหล่อลื่นของแข็ง (Solid Lubricant) คือ แกรไฟต์ โมลิบดีนัมไดซัลไฟด์ (อำพล ชี้อตรง และ สายันต์ ศรีวิเชียร.2545 : 198) ส่วนน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ใช้อยู่แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ น้ำมันแร่ และน้ำมันพื้นฐานสังเคราะห์ โดยส่วนใหญ่มักจะใช้น้ำมันแร่มาผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป เพราะมีคุณภาพดีและราคาถูก ส่วนน้ำมันพืชหรือสัตว์และน้ำมันพื้นฐานสังเคราะห์ จะนำไปใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางอย่างเท่านั้น

2.1 น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ (Vegetable or Animal Oils) ในปัจจุบันไม่นิยมใช้ เนื่องจากมีความอยู่ตัวทางเคมีต่ำ เกิดการเสื่อมสภาพได้ง่ายในขณะใช้งาน จึงต้องนำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ ทำให้มีราคาสูง จึงหมดความนิยมไป น้ำมันพืชที่คุ้นเคยได้แก่ น้ำมันละหุ่ง น้ำมันปาล์ม น้ำมันสัตว์ได้แก่ น้ำมันหมู น้ำมันปลา

2.2 น้ำมันพื้นฐานจากปิโตรเลียม : น้ำมันแร่ (Petroleum Base Oils; Mineral Oils) เป็นน้ำมันพื้นฐานที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะคุณภาพดีและราคาถูก น้ำมันแร่ได้จากการเอาส่วนที่อยู่ก้นหอกกลั่นบรรยากาศมาผ่านกระบวนการกลั่นภายใต้สุญญากาศ แยกเอาน้ำมันหล่อลื่นชนิดชั้นและใสออกมาที่เหลือเป็นกากก็นำไปผลิตยางมะตอย

2.3 น้ำมันพื้นฐานสังเคราะห์ (Synthetic Base Oils) เป็นน้ำมันพื้นฐานที่สังเคราะห์ขึ้น โดยกระบวนการทางเคมี วัสดุเริ่มต้นที่ใช้มักจะมาจากน้ำมันปิโตรเลียม ราคาค่อนข้างแพง ปัจจุบันจะใช้น้ำมันหล่อลื่นสังเคราะห์ในงานพิเศษที่ต้องการคุณสมบัติเฉพาะด้าน เช่น ดัชนีความหนืดสูง จุดไหลเทต่ำ และมีการระเหยต่ำ น้ำมันสังเคราะห์ที่ใช้กันมาก เช่น

2.3.1 โพลีแอลฟาโอเลฟิน (Polyalphaolefins : PAO) ซึ่งมีดัชนีความหนืดสูงมาก มีจุดไหลเทต่ำมาก มีการระเหยต่ำ และมีความต้านทานต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันดี

2.3.2 เอสเทอร์ (Esters) เป็นน้ำมันพื้นฐานในงานที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากๆ เช่น น้ำมันเทอร์ไบน์ของเครื่องยนต์ไอพ่น มีดัชนีความหนืดสูงมาก มีการระเหยต่ำและมีความอยู่ตัวดี และพวกฟอสเฟตเอสเทอร์ (Posphate Esters) ก็ใช้ทำน้ำมันไฮดรอลิกทนไฟ

2.3.3 โพลีไกลคอล (Polyglycols) มีจุดเดือดสูง มีจุดไหลเทต่ำ ใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ใช้ทำน้ำมันเบรก น้ำมันไฮดรอลิกทนไฟ

2.3.4 ซิลิโคน (Silicone) เป็นสารหล่อลื่นที่มีดัชนีความหนืดสูงมากและมีจุดไหลเทต่ำ จึงเหมาะสมสำหรับการใช้งานในช่วงอุณหภูมิสูงๆ

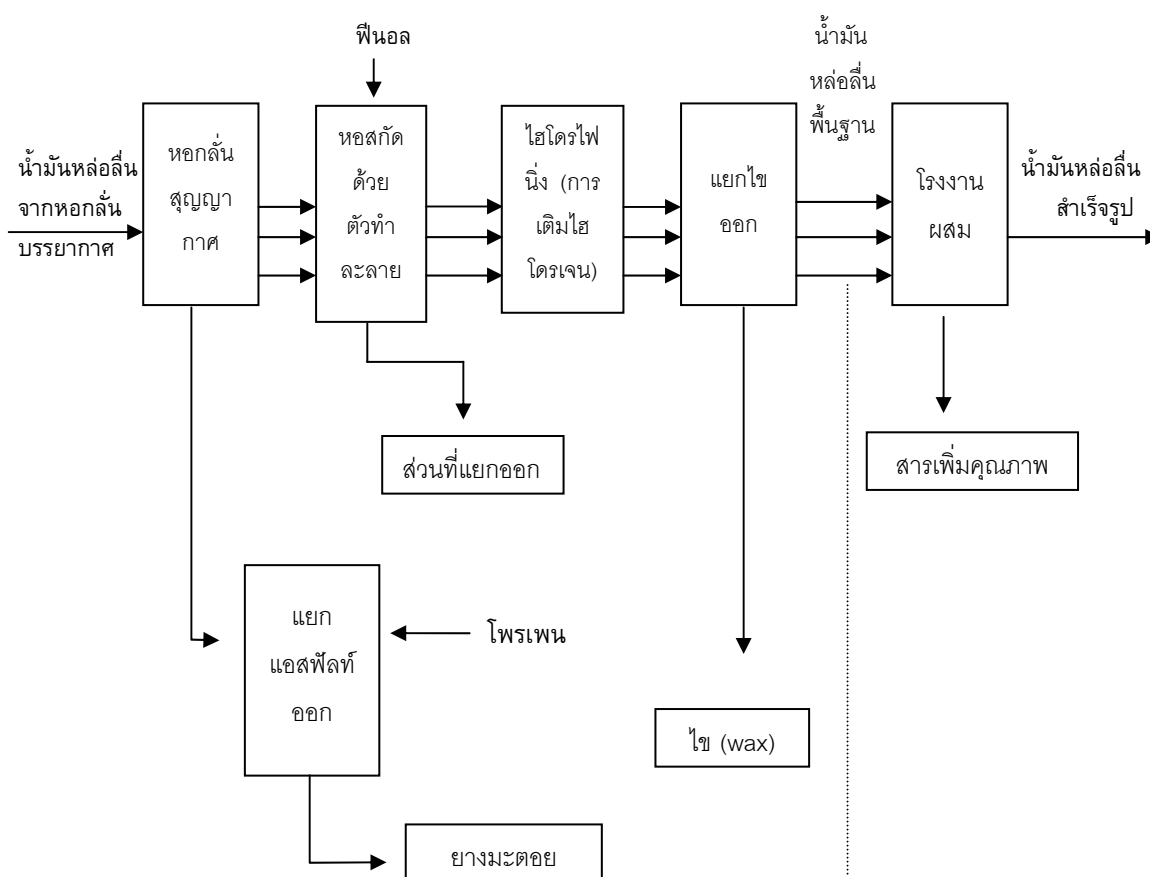
2.3.5 ฮาโลจีเนตเตดไฮโดรคาร์บอน (Halogenated Hydrocarbon) เช่น สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbons) หรือสารซีเอฟซี (CFC) ใช้ทำน้ำมันเครื่องอัดออกซิเจน เพราะมีความอยู่ตัวทางเคมีและความร้อนดีมาก

2.3.6 โพลีฟีนิลอีเทอร์ (Polyphenyl Ether) เป็นสารที่ใช้งานที่อุณหภูมิสูงมากถึง 800 องศาเซลเซียส เช่น น้ำมันไฮดรอลิกในยานอวกาศ เนื่องจากมีความอยู่ตัวเชิงความร้อนสูงมาก และมีความสามารถในการต้านทานต่อรังสีนิวเคลียร์ได้ด้วย

(ประเสริฐ เทียนนิมิตร และ ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ .2541 : 228-232)

3. การผลิตน้ำมันหล่อลื่น

การผลิตน้ำมันหล่อลื่นโดยขั้นตอนหลักจะมีอยู่ 2 ส่วน คือ การผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil) ซึ่งเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันแร่ โดยขจัดสารที่ไม่ต้องการและสิ่งเจือปนออก และการผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปซึ่งอาจเป็นประเภทน้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก น้ำมันเกียร์ น้ำมันตัดกลึงโลหะ ฯลฯ โดยเป็นการนำน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานมาผสมกับสารเพิ่มคุณภาพ (Additive) เพื่อให้ได้น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน



ภาพประกอบ 5 การผลิตน้ำมันหล่อลื่น

ที่มา : ประเสริฐ เทียนนิมิตร และ ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ (2541 : 232)

3.1 การผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil)

น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน เป็นส่วนที่ผ่านการกลั่นจากหอกลั่นบรรยากาศ โดยแยกส่วนที่เป็นเชื้อเพลิงต่างๆ ออกแล้ว ส่วนที่เหลือจากการกลั่นจะถูกนำมากลั่นต่อในหอกลั่นสุญญากาศ ก็จะได้ส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน หลังจากนั้นจะนำมาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น โดยการกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกโดยผ่านกระบวนการดังนี้

3.1.1 การกลั่น (Distillation) ในโรงกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงจะแยกเชื้อเพลิงต่างๆ ออกด้วยหอกลั่นบรรยากาศ สำหรับโรงกลั่นน้ำมันหล่อลื่นนั้นนำส่วนที่เหลือไปผ่านหอกลั่นสุญญากาศ เพื่อให้สามารถกลั่นน้ำมันหล่อลื่นซึ่งเป็นส่วนที่หนักกว่าได้โดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก

3.1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) เพื่อแยกสารที่ไม่ต้องการออกอันได้แก่ สารอะโรมาติก, กำมะถัน, สารประกอบไนโตรเจน ผลที่ได้คือ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่มีค่าดัชนีความหนืด (Viscosity Index; VI) สูงขึ้น และรวมตัวกับออกซิเจนยากขึ้น

3.1.3 การแยกไข (Dewaxing) โดยใช้ตัวทำละลาย เช่น โพรเพน (Propane) หรือ คีโตน (Ketone) เพื่อให้มีจุดไหลเทต่ำลง สามารถใช้งานได้ในสภาพอุณหภูมิต่ำ

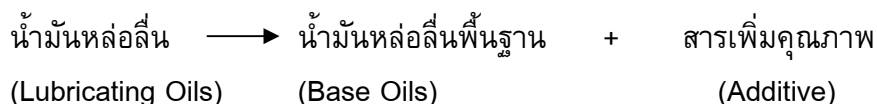
3.1.4 การแยกยางมะตอย (Deasphalting) เพื่อแยกสารจำพวกยางมะตอยออกจากน้ำมันพื้นฐานโดยใช้โพรเพน

3.1.5 การเติมไฮโดรเจน (Hydrofining) เพื่อเปลี่ยนรูปโมเลกุลของสารประกอบกำมะถัน, ไนโตรเจน, กรดและไฮโดรเจนที่ไม่อิ่มตัวให้เป็นสารอิ่มตัว ทำให้น้ำมันพื้นฐานมีสีสวยขึ้น, สีคงตัวได้นาน, เขม่าลดน้อยลง และอายุการใช้งานยาวนาน

น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเหล่านี้ จะประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 250-1000 ซึ่งมีคุณสมบัติต่างกัน คือน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานพาราฟินิก (Paraffinic Oil) จะมีความหนืดและความหนาแน่นต่ำ จุดเยือกแข็งสูง รวมกับออกซิเจนได้ง่าย ทำให้เกิดเป็นโคลนยางเหนียวในื่อน้ำมัน มีไขมาก และมีดัชนีความหนืดสูง น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานพาราฟินิก (Aromatic Oil) จะมีความคงทนต่อการรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีกว่า ที่อุณหภูมิสูงสามารถเกิดเป็นโคลนเหนียวดำ ไม่ละลายในตัวทำละลาย การเปลี่ยนแปลงความหนืดเกิดขึ้นได้เร็วเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป มีความหนาแน่นสูง น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานแนฟทาติก (Naphthenic Oil) มีจุดไหลเทต่ำ ไม่คงทนกับการรวมตัวกับออกซิเจน คุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ไป ไม่ค่อยอยู่ตัว ไม่ทำให้เกิดยางเหนียว จะมีดัชนีความหนืดปานกลางถึงต่ำ (ธำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สนองคุณ. ม.ป.ป. : 252-253)

3.2 การผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป

การผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป เกิดจากการนำน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานมาผสมกับสารเพิ่มคุณภาพ เพื่อให้ได้คุณภาพเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน เช่น น้ำมันเครื่องยนต์ น้ำมันไฮดรอลิก น้ำมันเกียร์ เป็นต้น



ภาพประกอบ 6 การผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป

สำหรับสารเพิ่มคุณภาพเนื่องจากในการใช้งานจริง คุณสมบัติในตัวของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ ต้องมีการเพิ่มสารเพิ่มคุณภาพเข้าไปช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางด้านเคมีและด้านกายภาพของน้ำมัน เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปที่ได้ จะมีคุณสมบัติตรงตามต้องการ และสามารถทำการหล่อลื่นได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารเพิ่มคุณภาพด้านเคมีและสารเพิ่มคุณภาพด้านกายภาพ ดังนี้

สารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Anti Oxidation) ใช้กับน้ำมันหล่อลื่นในงานที่มีอุณหภูมิสูง และน้ำมันต้องสัมผัสกับอากาศ เพื่อลดการเกิดยางเหนียว และตะกอนจากน้ำมัน ยืดอายุการใช้งานของน้ำมัน

สารป้องกันการกัดกร่อน (Corrosion Inhibitor) ใช้เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี เช่น กรดที่จะกระทำต่อผิวชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล เช่น ในเครื่องยนต์

สารป้องกันสนิม (Anti-Rust) ใช้เพื่อป้องกันการเกิดสนิมในงานที่อาจมีความชื้นหรือน้ำเข้ามาสัมผัสกับผิวโลหะ

สารป้องกันการสึกหรอ (Anti-wear) ใช้เพื่อป้องกันการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องจักร เครื่องยนต์ที่รับภาระน้ำหนักสูง

สารรับแรงกดสูง (Extreme Pressure Additive) ใช้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับฟิล์มน้ำมันและเพิ่มความสามารถในการรับภาระน้ำหนัก ป้องกันการสึกหรอและหลอมติดในภาวะที่ภาระน้ำหนักสูง

สารชะล้างและกระจายสิ่งสกปรก (Detergent and Dispersants) ใช้ชะล้างสิ่งสกปรกออกจากผิวชิ้นส่วนของเครื่องจักร และกระจายตัวไม่ให้รวมตัวเป็นโคลน ตะกอน จำเป็นสำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

สารที่เป็นด่าง (Alkaline Agent) ใช้ทำลายกรดที่เกิดจากการเผาไหม้กำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน

สารขับน้ำ (Water Repellents) ใช้เพิ่มความต้านทานไม่ให้น้ำผสมกับสารอุ้มน้ำมันประเภทดินเหนียวและสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในจาระบีและในน้ำมัน เพื่อให้ น้ำแยกตัวออกได้เร็ว

สารลดปฏิกิริยาเร่งของผิวโลหะ (Metal Deactivators) ใช้ลดและป้องกันผลจากปฏิกิริยาเร่งของผิวโลหะต่าง ๆ เช่น ทองแดง ตะกั่ว เหล็ก โครเมียม ในเครื่องจักรที่กระตุ้นให้น้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพช้าลง

สารเปลี่ยนแปลงความฝืด (Friction Modifiers) ใช้เปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความฝืดของผิวชิ้นส่วนที่สัมผัสกับน้ำมัน

สารเพิ่มดัชนีความข้นใส (Viscosity-Index Improver) ใช้ลดอัตราการเปลี่ยนแปลงความข้นใสตามอุณหภูมิของน้ำมัน ใช้ในน้ำมันชนิดเกรดรวม

สารลดจุดไหลเท (Pour Point Depressants) ใช้ลดจุดแข็งตัวของน้ำมัน ซึ่งเกิดขึ้นเพราะไขในน้ำมันแยกตัวเป็นผลึกบนผิวหน้า โดยป้องกันไม่ให้ไขเกาะตัวกันเป็นกลุ่ม ทำให้น้ำมันไหลได้ในอุณหภูมิต่ำๆ

สารป้องกันการเกิดฟอง (Anti-Foamants) ใช้ป้องกันการเกิดฟองถาวร เมื่อน้ำมันถูกหมุนเวียนใช้ในระบบ เช่น ในอ่างน้ำมันเครื่อง เกียร์ ไฮดรอลิก

สารเพิ่มความเหนียว (Tackiness Agent) ใช้เพิ่มคุณสมบัติด้านการเกาะติดผิวให้กับน้ำมันและจาระบี เช่น ในน้ำมันหยอดรางแท่งเครื่องกลึง และจาระบีสายไหม

สารเพิ่มความลื่นและความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน (Oiliness & Film Strength) ใช้เพิ่มความลื่นและความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน และทำให้น้ำมันเข้ากับน้ำได้บ้าง

สารช่วยให้น้ำมันผสมเข้ากับน้ำ (Emulsifiers) ใช้ลดแรงตึงผิวระหว่างน้ำกับน้ำมัน ทำให้น้ำมันสามารถแขวนตัวเป็นเม็ดละเอียดในน้ำ ใช้สำหรับใส่ในน้ำมันสบู่

สารหล่อลื่นที่เป็นของแข็ง (Solid Lubricant) ใช้เพิ่มคุณสมบัติในการหล่อลื่นและรับน้ำหนักและแรงกระแทกสูงได้ในสภาวะที่อุณหภูมิสูง

สี (Dyes) ใช้เติมเพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบีมีสีตามต้องการ เพื่อสามารถสังเกตและแยกชนิดได้

สารฆ่าเชื้อโรค (Antiseptic or Germicides) ใช้เติมในน้ำมันสบู่เพื่อป้องกันการบูด ซึ่งทำให้น้ำมันแยกตัวออกจากน้ำได้

สารเพิ่มกลิ่น (Odorants) ใช้สำหรับกลบกลิ่นของสารอื่นๆ ในน้ำมันและมีกลิ่นหอม (ประเสริฐ เทียนนิมิตร และ ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์. 2541 : 241-243)

นอกจากนี้ยังมีสารเพิ่มคุณภาพอื่นๆ สำหรับกรณีพิเศษ แต่น้ำมันชนิดหนึ่งจะไม่มีสารเพิ่มคุณภาพทุกอย่างที่กล่าวมานี้ผสมอยู่ เพราะสารเคมีเหล่านี้ เมื่อเทียบราคากับน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจะมีราคาสูงกว่าหลายเท่าตัว ดังนั้นการที่จะใช้สารเพิ่มคุณภาพชนิดใด สัดส่วนเท่าใด จึงต้องให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ถ้าเติมมากเกินไปความต้องการก็จะได้ประโยชน์เพิ่มขึ้น ทั้งกลับทำให้ราคาน้ำมันสำเร็จรูปสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น

3.3 ประโยชน์และหน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่น

การหล่อลื่น คือ การลดแรงเสียดทานระหว่างผิวโลหะที่สัมผัสกัน โดยคันผิวสัมผัสด้วยเยื่อหรือฟิล์มของสารหล่อลื่น การที่เครื่องจักร เครื่องยนต์ทำงาน แรงเสียดทานระหว่างผิวของส่วนที่เคลื่อนไหวยจะทำให้เกิดความร้อนสูงและสึกหรอ ปกติเมื่อซอห์นแท่งโลหะที่มีผิวสัมผัสเรียบไว้ด้วยกันต้องออกแรงดึงจำนวนหนึ่ง เพื่อที่จะผลึกหรือดึงให้แท่งโลหะอันบนเลื่อนไถลไป แต่ถ้าใช้สารหล่อลื่นเข้าไปแทรกเป็นฟิล์มหรือเยื่ออยู่ระหว่างผิวโลหะที่เสียดสีกันบนผิวสัมผัส จะพบว่าปริมาณแรงที่จะผลึกหรือดึงแท่งโลหะอันบนให้เลื่อนไปนั้นลดลงอย่างมาก สารหล่อลื่นจึงมีประโยชน์และหน้าที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1 ช่วยหล่อลื่น (Lubricate) ฟิล์มหรือเยื่อบางๆ ของน้ำมันหล่อลื่นจะทำหน้าที่เคลือบผิวโลหะหรือชิ้นงานที่มีการเคลื่อนที่ เพื่อไม่ให้เกิดการเสียดสีกันโดยตรง หรือเพื่อเป็นการลดการสึกหรอของชิ้นงาน น้ำมันหล่อลื่นที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติในการคงความหนาของเยื่อน้ำมันและฟิล์มน้ำมันให้เกือบคงที่ตลอดเวลาแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไป ก็จะต้องไม่บางเกินไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และไม่หนาเกินไปเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เราเรียกว่าดัชนีความข้นใส (Viscosity Index)

3.3.2 ช่วยระบายความร้อน (Coolant) คุณสมบัติข้อนี้เป็นสิ่งสำคัญข้อหนึ่งของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ ซึ่งจะต้องลดอุณหภูมิหรือระบายความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกระบอกสูบ และระบายความร้อนอันเกิดจากการเสียดสีของชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์ เช่น ระบบเกียร์ หรือเฟืองท้าย เป็นต้น

3.3.3 ช่วยรักษาความสะอาด (Clean) ขณะที่ทำหน้าที่หล่อลื่นก็จะต้องเป็นตัวทำความสะอาดชิ้นงานนั้นไปด้วย ก็จะต้องสามารถชะล้างหรือขจัดคราบต่างๆ จากผิวชิ้นงานได้เป็นอย่างดี

3.3.4 ช่วยป้องกันการเกิดสนิมและการกัดกร่อน (Protect) น้ำมันหล่อลื่นที่ดีจะต้องไม่มีสารที่เป็นอันตรายในการกัดกร่อนเสียเอง นอกจากนี้เมื่อมีสารจากภายนอกที่ทำให้เกิดการกัดได้ เช่น ก๊าซไอเสีย ละอองน้ำ หรือไอน้ำ น้ำมันหล่อลื่นที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติในการทำให้กรดนั้นเจือจางลงและไม่สามารถที่จะไปกัดกร่อนโลหะของชิ้นงานได้

3.3.5 ช่วยกระจายความสกปรก (Dispersancy) น้ำมันหล่อลื่นที่ดีต้องมีคุณสมบัติในการกระจายสิ่งสกปรกต่างๆ ที่มีปนในน้ำมันหล่อลื่นอันเนื่องมาจากการกำจัดสิ่งสกปรกออกจากชิ้นงานเพื่อไม่ให้สิ่งสกปรกต่างๆ เหล่านั้นรวมตัวกันได้ง่าย เพราะหากสิ่งสกปรกในน้ำมันหล่อลื่นเกิดการรวมตัวกันมากขึ้นจะทำให้เกิดเป็นยางเหนียว

นอกจากนี้ น้ำมันหล่อลื่นยังต้องมีคุณสมบัติอื่นๆ เพิ่มอีก ขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ เช่น ต้องไม่เกิดฟองง่าย สามารถรับแรงกดได้สูง ทนทานต่อการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันการรั่วไหลของก๊าซในห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ เป็นต้น (ประเสริฐ เทียนนิมิตร และ ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์. 2541 : 245-246)

3.4 การทดสอบคุณลักษณะน้ำมันหล่อลื่น

การทดสอบคุณลักษณะน้ำมันหล่อลื่นในงานวิจัยครั้งนี้ อ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) และมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials) ประกอบกับผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลภาษาไทยจากการเรียบเรียงของ ธนรัตน์ ชัยเพ็ชร กองควบคุมคุณภาพ ฝ่ายวิศวกรรมและบริการ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ซึ่งสามารถสรุปวิธีการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันหล่อลื่น ได้ดังนี้

3.4.1 การทดสอบความหนืด (Viscosity) ตามมาตรฐาน ASTM D445 เป็นการทดสอบความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น โดยนำน้ำมันหล่อลื่นไปแช่ในเครื่องทดสอบความหนืดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ค่าความหนืดที่เปลี่ยนไปจะใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าน้ำมันนั้นมีสภาพเหมาะสมกับการใช้งานต่อไปหรือไม่ ดังภาพประกอบที่ 7

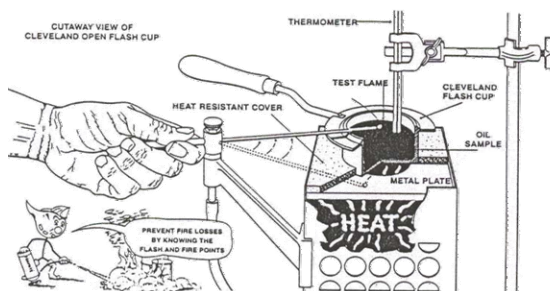


ภาพประกอบ 7 เครื่องทดสอบความหนืด

ที่มา : ห้องปฏิบัติการ บริษัทวิทยาคอร์ป โปรดักส์ จำกัด. (20 มกราคม 2547)

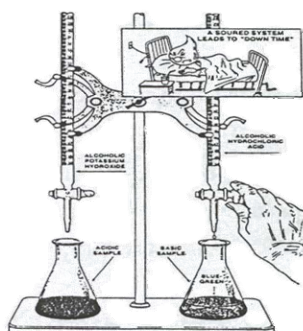
3.4.2 การทดสอบหาค่าดัชนีความหนืด (Viscosity Index) ตามมาตรฐาน ASTM D2270 เป็นการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันมาตรฐาน น้ำมันที่มีค่าดัชนีความหนืดสูง จะมีค่าความหนืดเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปน้อยกว่าน้ำมันที่มีค่าดัชนีความหนืดต่ำ

3.4.3 การทดสอบจุดวาบไฟ (Flash Point) ตามมาตรฐาน ASTM D92 เป็นการหาจุดที่น้ำมันติดไฟชั่วคราวแล้วดับ โดยนำน้ำมันตัวอย่างเทใส่ถ้วยทดสอบแล้วผ่านเปลวไฟของเครื่องทดสอบ ตามภาพประกอบที่ 8 โดยปกติน้ำมันหล่อลื่นมีจุดวาบไฟอยู่ในช่วง 160 ถึง 320 องศาเซลเซียส น้ำมันหล่อลื่นใสจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่าน้ำมันหล่อลื่นข้น น้ำมันเชื้อเพลิงมีจุดวาบไฟต่ำมาก คือ เบนซินประมาณ 43 องศาเซลเซียส , โซล่าประมาณ 86 องศาเซลเซียส จุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่นจะลดลงต่อเมื่อมีน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปปะปนทำให้จุดวาบไฟและความหนืดลดลง



ภาพประกอบ 8 การทดสอบหาจุดวาบไฟโดยใช้เครื่องทดสอบจุดวาบไฟ
ที่มา : อัมพล ชี้อตรง และ สายันต์ ศรีวิเชียร. (2545 : 206)

3.4.4 การทดสอบหาค่าความเป็นกรดรวม (Total Acid Number) ตามมาตรฐาน ASTM D974 เป็นการหาความเป็นกรดรวม โดยใช้วิธีการไตเตรตแล้วดูการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพราะกรดจะกัดกร่อนชิ้นส่วนโลหะของเครื่องยนต์ เครื่องจักร ถ้าเป็นน้ำมันพื้นฐาน ปกติมีค่าความเป็นกรดไม่เกิน 0.05-0.10 ส่วนสารเพิ่มคุณภาพมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน เช่น สารป้องกันสนิม สารรับแรงกด ซึ่งอาจมีค่าความเป็นกรดรวมได้ถึง 5 แล้วแต่ชนิดของสารเพิ่มคุณภาพ



ภาพประกอบ 9 การทดสอบค่าความเป็นกรดโดยการไตเตรต
ที่มา : ธนรัตน์ ชัยเพ็ชร (ม.ป.ป.:17)

3.4.5 การทดสอบหาปริมาณน้ำ (Water Content) ตามมาตรฐาน ASTM D95 เป็นการหาปริมาณน้ำที่ปะปนในน้ำมันหล่อลื่น โดยใช้เครื่องกลั่นหาปริมาณน้ำ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 เครื่องกลั่นหาปริมาณน้ำ

ที่มา : www.mastrad.com./water.htm. (23 September 2004)

3.4.6 การทดสอบหาเถ้า (Ash Content) ตามมาตรฐาน ASTM D482 เป็นการทดสอบหาเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ โดยนำตัวอย่างไปเผาที่เตาเผาจนกากถ่านกลายเป็นเถ้า ซึ่งถ้ามีปริมาณมากจะมีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์



ภาพประกอบ 11 เตาเผาสำหรับทดสอบเถ้าและกากซัลเฟต
ที่มา : ห้องปฏิบัติการ บริษัทวิทยาคอร์ป โปรดักส์ จำกัด. (20 มกราคม 2547)

3.4.7 การทดสอบความเข้มของสี (ASTM Color) ตามมาตรฐาน ASTM D1500 เป็นการหาความเข้มของสี เพื่อบอกลักษณะของน้ำมัน เพราะน้ำมันที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือมีการปนเปื้อนฝุ่นผง หรือสิ่งแปลกปลอมจะทำให้สีและคุณลักษณะของน้ำมันเปลี่ยนไป โดยใช้เครื่องวัดสีตามมาตรฐาน ASTM



ภาพประกอบ 12 เครื่องทดสอบความเข้มของสี (Petroleum Colorimeter)
ที่มา : ห้องปฏิบัติการ บริษัทวิทยาคอร์ป โปรดักส์ จำกัด. (20 มกราคม 2547)

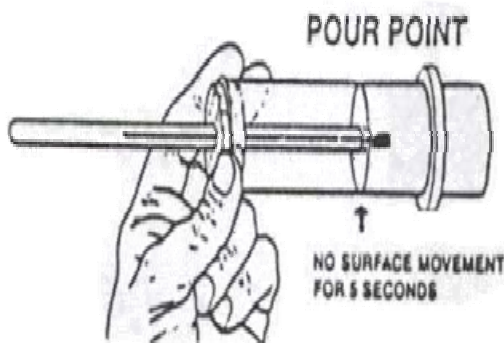
3.4.8 การทดสอบกากคาร์บอน ตามมาตรฐาน ASTM D4530 เป็นการหากากคาร์บอนที่เหลือจากการเผาไหม้น้ำมันหล่อลื่น เพราะกากคาร์บอนที่เหลือจากการเผาไหม้จะไปอุดตันเครื่องยนต์ เครื่องจักรได้ โดยใช้เครื่องทดสอบกากคาร์บอน (Micro Carbon Residue Tester)



ภาพประกอบ 13 เครื่องทดสอบกากคาร์บอน (Micro Carbon Residue Tester)

ที่มา : www.tanaka-sci.com. (9 December 2004)

3.4.9 การทดสอบจุดไหลเท (Pour Point) ตามมาตรฐาน ASTM D97 เป็นการหาจุดที่อุณหภูมิที่ต่ำสุดที่น้ำมันยังไหลได้ โดยค่อยๆ ทำให้น้ำมันเย็นลงจนน้ำมันไม่ไหล และอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดนี้ 3 องศาเซลเซียสเป็นจุดไหลเท การทดสอบจุดไหลเทเป็นการตรวจดูปริมาณไขในน้ำมันหล่อลื่น



ภาพประกอบ 14 การทดสอบหาจุดไหลเทของน้ำมันหล่อลื่น

ที่มา : อัมพล ชื้อตรง และ สายันต์ ศรีวิเชียร. (2545 : 207)

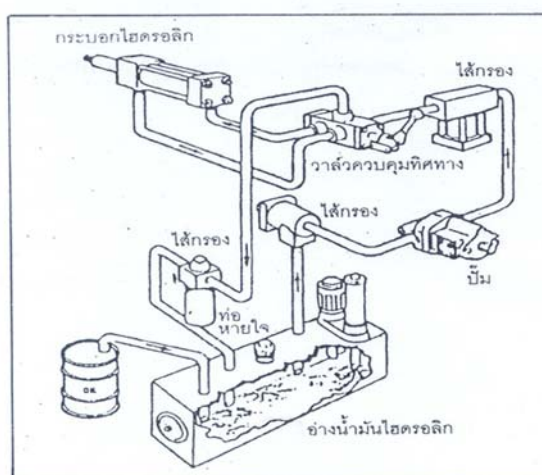
3.4.10 การทดสอบหากากซัลเฟต (Sulfated Ash) ตามมาตรฐาน ASTM D874 เป็นการทดสอบหากากซัลเฟตโดยนำตัวอย่างไปเผาที่เตาเผา เพื่อบอกความเข้มข้นของสารเพิ่มคุณภาพในการเกิดสารประกอบซัลเฟต โดยโลหะในสารเพิ่มคุณภาพที่จะอยู่ในรูปซัลเฟต เช่น แคลเซียม (Calcium) โซเดียม (Sodium) โพแทสเซียม (Potassium) และสังกะสี (Zinc) เมื่อเผาไหม้จะเกิดกากของซัลเฟต ซึ่งมีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์และเครื่องจักร

4. น้ำมันไฮดรอลิก

น้ำมันไฮดรอลิกเป็นน้ำมันหล่อลื่นชนิดหนึ่งซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานในปริมาณมาก เนื่องจากเครื่องจักรเครื่องยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ส่วนมากมีส่วนประกอบของระบบไฮดรอลิก เช่น เครื่องอัดขึ้นรูป เครื่องตัดแผ่นเหล็ก เครื่องกลึง เครื่องเจียระไน เครื่องฉีดพลาสติก รถยก รถตัก รถขุด ปั่นจั่น และรถแทรกเตอร์ต่างๆ ระบบเหล่านี้จำเป็นต้องใช้น้ำมันไฮดรอลิก เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดหรือเปลี่ยนพลังงานของของไหลให้เป็นพลังงานกล หรืออาจใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของสวิตช์เกียร์ที่ต้องการความละเอียด ซึ่งล้วนมีส่วนประกอบของระบบไฮดรอลิกอยู่ด้วย

4.1 ระบบไฮดรอลิก ประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน 6 อย่าง คือ

- 4.1.1 อ่างน้ำมันไฮดรอลิก ทำหน้าที่เก็บน้ำมัน ปรับสภาพน้ำมันให้สะอาดและมีอุณหภูมิพอเหมาะ
- 4.1.2 ปั๊มสำหรับอัดน้ำมันไฮดรอลิกให้มีแรงดันสูงขึ้น โดยทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานของของไหล
- 4.1.3 วาล์วหรืออุปกรณ์สำหรับควบคุมแรงดันควบคุมทิศทางและปริมาณการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกในระบบ
- 4.1.4 อุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิก ให้เป็นพลังงานกล เช่น ไฮดรอลิกมอเตอร์ ชุดลูกสูบ-กระบอกสูบ
- 4.1.5 ท่อไฮดรอลิก ทำหน้าที่เป็นทางไหลเพื่อส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกไปยังจุดต่างๆ
- 4.1.6 น้ำมันไฮดรอลิก



ภาพประกอบ 15 แสดงระบบไฮดรอลิก

ที่มา : อ่ำพล ชี้อตรง และ สายันต์ ศรีวิเชียร. (2545 : 240)

น้ำมันไฮดรอลิก ถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของระบบ ถ้าเลือกใช้ น้ำมันไฮดรอลิกผิดประเภทหรือไม่เหมาะสมกับอุปกรณ์ในระบบตามที่ผู้ผลิตกำหนด ก็อาจทำให้เกิด ปัญหาได้ รวมทั้งขณะใช้งานต้องดูแลบำรุงรักษาน้ำมันไฮดรอลิก ให้อยู่ในสภาพที่ดี คือ สะอาด มี คุณสมบัติเหมาะสม และมีการเปลี่ยนถ่ายเมื่อถึงอายุการใช้งาน รวมทั้งคอยทดสอบระดับน้ำมัน ไฮดรอลิกให้อยู่ในระดับที่พอเพียงสำหรับการใช้งาน

4.2 หน้าทีของน้ำมันไฮดรอลิก คือ ถ่ายทอดกำลัง ทำให้เครื่องจักรทำงานได้ทุกทาง เช่น ยกของขึ้นลงหรือตึงผลัก ให้การหล่อลื่น ลดแรงเสียดทานจากการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนในระบบ ป้องกันสนิมและการกัดกร่อน และทำความสะอาดระบบไฮดรอลิกโดยน้ำมันจะชะล้างสิ่งสกปรกปรกปรกกันเป็นตะกอนในอ่างน้ำมันเพื่อรอการถ่ายทิ้ง โดยแบ่งหน้าที่หลักของน้ำมันไฮดรอลิก ได้ 6 ประการ คือ

4.2.1 การส่งผ่านพลังงาน น้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในระบบ เพื่อเปลี่ยนแปลงพลังงานของของไหลให้เป็นพลังงานกลโดยไม่เกิดความต้านทานการไหลในระบบที่มากเกินไป เพราะจะทำให้สูญเสียพลังงานมาก

4.2.2 การหล่อลื่น ลดแรงเสียดทานจากการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนในระบบ เช่น ปั๊มไฮดรอลิก ลูกสูบและวาล์วต่างๆ ไม่ให้เกิดความร้อน และการสึกหรอของผิวสัมผัส

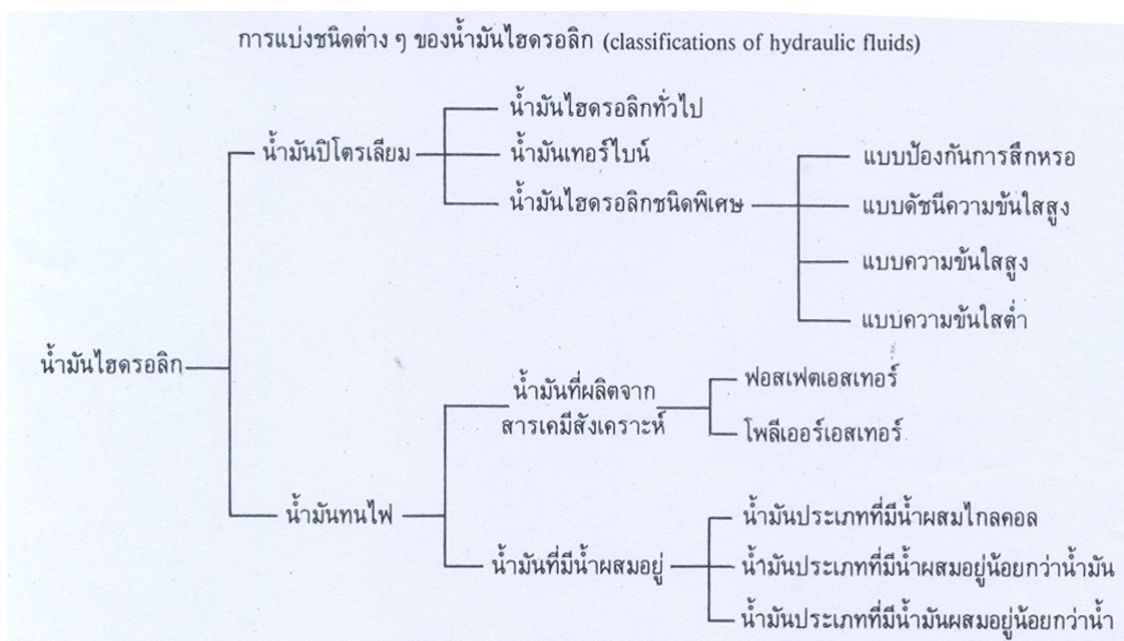
4.2.3 การซีล น้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันการรั่วซึมภายในให้เกิดน้อยที่สุดเมื่อความดันเกิดขึ้นในระบบ เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส่วนมากจะออกแบบให้มีการซีลแบบโลหะต่อโลหะ การทำหน้าที่เป็นตัวซีลขึ้นอยู่กับความข้นใสของน้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้

4.2.4 การระบายความร้อน น้ำมันไฮดรอลิกจะช่วยระบายความร้อนของระบบโดยการไหลเวียนขณะทำงาน ซึ่งจะทำให้การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่างๆ อันเนื่องมาจากการสูญเสียพลังงานในระบบเข้าสู่ตัวน้ำมัน และแผ่กระจายความร้อนนั้นผ่านผนังของถังพักเมื่อไหลลงสู่ถังพัก

4.2.5 ป้องกันสนิมและการกัดกร่อน น้ำมันที่เคลือบบนผิวโลหะ ทำให้สิ่งแปลกปลอมจากภายนอก เช่น น้ำ อากาศ และสารเคมี ไม่มีโอกาสสัมผัสและทำปฏิกิริยากับโลหะได้

4.2.6 ทำความสะอาดระบบไฮดรอลิก สิ่งสกปรกที่เกิดจากการเสื่อมสลายของชิ้นส่วนต่างๆ รวมทั้งสิ่งแปลกปลอมจากภายนอกจะถูกชะล้างรวมตัวกับเป็นตะกอนในอ่างน้ำมันเพื่อรอการถ่ายทิ้ง

4.3 การผลิตน้ำมันไฮดรอลิก มีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน คือ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานและสารเพิ่มคุณภาพ ซึ่งการเลือกน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานและสารเพิ่มคุณภาพ เพื่อนำมาผลิตน้ำมันไฮดรอลิก ขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานของระบบและสภาพการทำงานของเครื่องเป็นหลัก โดยทั่วไปน้ำมันไฮดรอลิกจัดแบ่งตามลักษณะการผลิตตามวัตถุประสงค์การใช้งานได้ 2 ประเภท คือ ประเภทน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันแร่ และประเภทน้ำมันทนไฟ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีกหลายชนิดดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 16 การแบ่งชนิดของน้ำมันไฮดรอลิก (Classifications of Hydraulic Fluid)
ที่มา : ประเสริฐ เทียนนิมิตร และ ขวัญชัย สันทิพย์สมบุญ. (2541 : 300)

4.3.1 น้ำมันไฮดรอลิกประเภทน้ำมันพื้นฐานมาจากน้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum Base Fluid) เป็นที่นิยมใช้กันในระบบไฮดรอลิกทั่วไป เพราะมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดี รวมทั้งการต้านทานการสึกกร่อน ต้านทานสนิม มีค่าดัชนีความหนืดสูง และมีความสามารถในการซีลดีมาก นอกจากนั้นยังมีการเติมสารเพิ่มคุณภาพบางชนิดที่จำเป็นลงไป เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันไฮดรอลิกให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น สารต้านการเกิดฟอง สารเพิ่มความสามารถในการแยกตัวกับน้ำ สารต้านทานการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ฯลฯ อย่างไรก็ตาม ข้อเสียที่สำคัญของน้ำมันไฮดรอลิกประเภทน้ำมันพื้นฐานมาจากน้ำมันปิโตรเลียมก็คือเป็นน้ำมันที่ติดไฟ จึงไม่เหมาะกับงานที่อยู่ใกล้กับเปลวไฟ เช่น เครื่องหล่อแบบพิมพ์ เต้าเผาเหล็ก เพราะถ้าท่อต่อของน้ำมันไฮดรอลิกแตกรั่ว น้ำมันอาจลุกติดไฟได้ ประเภทของน้ำมันไฮดรอลิกที่ผลิตจากน้ำมันปิโตรเลียม โดยปกติสามารถแยกประเภทให้เหมาะกับชนิดของเครื่องจักรเครื่องกล ได้ดังนี้

4.3.1.1 น้ำมันหล่อลื่นระบบไฮดรอลิกทั่วไป ใช้กับระบบไฮดรอลิกขนาดเล็ก แรงดันไม่สูง ป้อนลูกสูบมีการสึกหรอน้อย

4.3.1.2 น้ำมันไฮดรอลิกชนิดต้านทานการสึกหรอ สามารถป้องกันการสึกหรอของปั๊มไฮดรอลิกได้อย่างดี เหมาะกับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิและแรงดันสูง จึงนับเป็นน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้กับระบบไฮดรอลิกโดยตรง

4.3.1.3 น้ำมันไฮดรอลิกชนิดเพิ่มสารชะล้าง เพื่อทำความสะอาดภายในระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรที่ต้องการความละเอียดแม่นยำ เช่น หุ่นยนต์ในโรงงาน เครื่องวัดต่างๆ ที่ต้องใช้น้ำมันเป็นตัวควบคุมการทำงาน

น้ำมันไฮดรอลิกทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว นอกจากใช้ได้กับระบบไฮดรอลิกโดยตรงแล้ว ยังสามารถใช้ในการหล่อลื่นชุดเกียร์อุตสาหกรรมที่ไม่ต้องการสารต้านแรงกด รวมทั้งใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นในระบบไหลเวียนหรือระบบปิดอื่นๆ ได้อีกด้วย (พิชิต ไพรพนาพงศ์ 2544 : 9-10)

4.3.2 น้ำมันไฮดรอลิกทนไฟ (Fire Resistance Fluids) จะใช้งานในกรณีที่ระบบต้องทำงานในที่อุณหภูมิสูงหรือในที่ที่อาจติดไฟได้ง่ายเมื่อมีการรั่วซึมของน้ำมัน น้ำมันไฮดรอลิกทนไฟยังแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้อีก 2 ประเภท น้ำมันที่ผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์และน้ำมันที่มีน้ำผสมอยู่

4.3.2.1 น้ำมันไฮดรอลิกทนไฟประเภทผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์ (Synthetic Fluids) สารเคมีสังเคราะห์ที่ใช้ คือ ฟอสเฟตเอสเทอร์ และโพลิเอสเตอร์เอสเทอร์ (Polyor Ester) โดยน้ำมันไฮดรอลิกทนไฟประเภทผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์นี้จะไม่มีส่วนผสมของน้ำปนอยู่เลย จึงสามารถใช้ได้ดีในขณะอุณหภูมิสูงๆ โดยไม่ทำให้สารประกอบระเหยไป และใช้ได้ดีในระบบที่มีความดันสูงๆ น้ำมันชนิดนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงที่สุด (น้ำหนักจึงมากที่สุด) ดังนั้นจึงต้องระวังรักษาท่อชุดของปั๊มให้อยู่ในสภาพดี น้ำมันชนิดนี้มีค่าดัชนีความหนืดต่ำ คือประมาณ 80 ดังนั้นจึงควรใช้กับระบบที่มีการทำงานที่ค่อนข้างคงที่เท่านั้น น้ำมันชนิดนี้จัดว่ามีราคาสูงที่สุดในบรรดาน้ำมันที่ใช้ในระบบไฮดรอลิก แต่น้ำมันชนิดนี้ไม่เหมาะกับซิลิโคนบูนาร์-เอ็นและนีโอพรีน เพราะจะทำให้ซิลิโคนบวม ดังนั้นถ้าเปลี่ยนมาใช้น้ำมันประเภทนี้ต้องเปลี่ยนซิลที่ใช้

4.3.2.2 น้ำมันไฮดรอลิกทนไฟประเภทน้ำมันที่มีน้ำผสมอยู่ (Water Containing Fluids) น้ำมันประเภทนี้ยังแบ่งออกได้อีก 3 ประเภท คือ ประเภทน้ำมันผสมไกลคอล (Water-Glycol Type Fluid) ประเภทมีน้ำผสมอยู่น้อยกว่าน้ำมัน (Water in Oil Type Emulsion) ประเภทมีน้ำมันผสมน้อยกว่าน้ำ (Oil in Water Type Emulsion)

น้ำมันประเภทน้ำผสมไกลคอล น้ำมันประเภทนี้ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 35-40 เพื่อเป็นสารต้านทานการติดไฟ ไกลคอลและสารประกอบจากน้ำที่เป็นยางเหนียวจะทำให้เกิดความหนืด นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอื่นที่ช่วยป้องกันการเกิดฟอง การเกิดสนิม การผุกร่อน และช่วยในการหล่อลื่น

น้ำมันประเภทมีน้ำผสมอยู่น้อยกว่าน้ำมัน นอกจากน้ำและน้ำมันแล้วยังประกอบด้วยสารเคมีที่ช่วยให้เข้ากับน้ำมันผสมกลมกลืนกัน น้ำมันชนิดนี้นิยมใช้มากกว่าชนิดที่มีน้ำมันผสมอยู่น้อยกว่าน้ำ เนื่องจากมีค่าความหนืดสูงกว่า และมีคุณสมบัติในการหล่อเย็นดีพอใช้ นอกจากนั้นยังเติมสารประกอบที่ช่วยต้านทานการเกิดสนิมและการเกิดฟองได้ด้วย โดยทั่วไปน้ำมันประเภทนี้จะประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 40 แต่เมื่อใช้ในระบบอาจเติมน้ำได้อีกเพื่อช่วยรักษาความหนืดให้คงที่

น้ำมันประเภทนี้มีน้ำมันผสมอยู่น้อยกว่าน้ำ ประกอบด้วยน้ำมันน้อยกว่าน้ำจึงมีคุณสมบัติคล้ายน้ำสามารถต้านทานการถูกไหม้ได้ดี มีความหนืดต่ำ และมีคุณสมบัติในการหล่อเย็นดีมาก แล้วยังมีส่วนผสมของสารเคมีที่ช่วยทำให้น้ำกับน้ำมันผสมกันได้ดี นอกจากนี้ยังเติมสารประกอบที่ช่วยเพิ่มความหล่อลื่นและป้องกันการเกิดสนิม แต่ก่อนนิยมใช้น้ำมันประเภทนี้ในปั๊มขนาดใหญ่ที่มีความเร็วต่ำ ปัจจุบันสามารถใช้ได้กับปั๊มทั่วๆ ไป
(ประเสริฐ เทียนนิมิตร และ ขวัญชัย สันทิพย์สมบุรณ์ 2541 : 302-305)

4.4 มาตรฐานของน้ำมันไฮดรอลิก มาตรฐานที่สำคัญของน้ำมันไฮดรอลิกทางอุตสาหกรรมที่ควรรู้จักเพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้ให้เหมาะสมมีสิ่งที่จะต้องพิจารณา 2 ประการ ดังนี้
4.4.1 เบอร์ความหนืด เป็นไปตามมาตรฐานขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐานตามระบบ ISO-VG (International Organization for Standardization-Viscosity Grades) โดยใช้ตัวเลขเดียวกันกับค่าความหนืดของน้ำมันนั้นๆ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ตาราง 1 มาตรฐานความหนืดของน้ำมันอุตสาหกรรมตามระบบไอเอสโอ

เบอร์ ISO	ความหนืด cSt @40°C	
	ช่วงความหนืด	ค่าเฉลี่ย
2	1.98 – 2.42	2.2
3	2.88 – 3.52	3.2
5	4.14 – 5.06	4.6
7	6.12 – 7.48	6.8
10	9.00 – 11.0	10
15	13.5 – 16.5	15
22	19.8 – 24.2	22
32	28.8 – 35.2	32
46	41.4 – 50.6	46
68	61.2 – 74.8	68
100	90.0 – 110	100
150	135 – 165	150
220	198 – 242	220
320	288 – 352	320
460	414 – 506	460
680	612 – 748	680
1000	900 – 1100	1000
1500	1350 – 1650	1500

4.4.2 คุณสมบัติในการใช้งาน สำหรับน้ำมันไฮดรอลิกส่วนใหญ่จะอ้างอิงการรับรองจากผู้ผลิตปั๊มไฮดรอลิก ว่าได้ผ่านการทดสอบมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของน้ำมันยิ่งขึ้น ผู้ผลิตปั๊มรายใหญ่ คือ DENISON, SPERRY VICKERS, CINCINNATI MILACRON นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดคุณสมบัติและการใช้งานของน้ำมัน เช่น DIN 51524, MIL-L-17672C, U.S. STEEL 126 ในการเลือกใช้น้ำมันไฮดรอลิกยังต้องพิจารณาความเหมาะสมของระบบและลักษณะงานด้วย โดยต้องพิจารณาคุณสมบัติของน้ำมันประกอบ เช่น การทนความร้อนในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน น้ำมันไม่เสื่อมสภาพเมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลานาน มีดัชนีความหนืดสูง เมื่อความร้อนเปลี่ยนแปลงน้ำมันยังคงรักษาสภาพความหนืดไว้ได้ เพราะระบบไฮดรอลิกถ้าน้ำมันใสเกินไปจะทำให้กำลังตก ทำหน้าที่เป็นตัวซีลที่ดี แยกตัวออกจากน้ำได้ดีและไม่เกิดฟองง่าย เพราะจะทำให้การทำงานของระบบเสียไป (พิชิต ไพรพนาพงศ์. 2544 : 10)

น้ำมันไฮดรอลิกข้างต้นเป็นน้ำมันไฮดรอลิกที่เกิดจากน้ำมันแร่หรือปิโตรเลียม แต่ในระบบที่อยู่ในสภาพที่มีการรั่วและทำงานในที่อุณหภูมิสูงหรือน้ำมันระเหยหรือเกิดการลุกไหม้ได้ อาจทำให้เกิดการเผาไหม้ควรใช้น้ำมันไฮดรอลิกประเภททนไฟ ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์แตกต่างจากน้ำมันไฮดรอลิกที่ทำจากน้ำมันปิโตรเลียม ส่วนความสามารถในการทนไฟนั้นขึ้นอยู่กับสารเคมีสังเคราะห์ที่ใช้ผลิต ปัจจุบันบริษัทน้ำมันทุกแห่งจะผลิตน้ำมันไฮดรอลิกที่มีคุณสมบัติและองค์ประกอบทั่วไปคล้ายๆ กัน เช่น ความถ่วงจำเพาะ สี จุดวาบไฟ ความข้นใส ดัชนีความข้นใส จุดไหลเท และค่าความเป็นกรด นอกจากนี้ยังระบุคุณสมบัติอื่นๆ เช่น คุณสมบัติในการหล่อลื่น และการต้านทานการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไว้ด้วย ซึ่งผู้ออกแบบระบบไฮดรอลิกสามารถจะนำมาพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมได้

5. น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

ปัจจุบันมีการใช้น้ำมันหล่อลื่นเพิ่มมากขึ้น ทั้งในยานพาหนะ อุตสาหกรรมและกิจกรรมอื่นๆ ทำให้เกิดน้ำมันที่ใช้แล้วเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก น้ำมันหล่อลื่นที่เราใช้อยู่จะประกอบด้วยน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน และสารเพิ่มคุณภาพ เมื่อน้ำมันหล่อลื่นที่ถูกใช้งานแล้วคุณสมบัติของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำมันจะเปลี่ยนไป ทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพลง น้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมสภาพเหล่านี้ ประกอบด้วยสารอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน สารตัวทำลาย โลหะหนัก ฯลฯ การถ่ายเททิ้งและกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม สัตว์ พืช และมนุษย์ (สิริพร แก่นสียา. 2546 : 26)

5.1 การเสื่อมคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่น

เมื่อใช้น้ำมันหล่อลื่นไปสักระยะหนึ่งจะต้องมีการเปลี่ยนถ่าย เนื่องจากน้ำมันมีการเสื่อมสภาพ สารเพิ่มคุณภาพถูกใช้หมดไป จึงเหลือเป็นน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว การเสื่อมคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นอาจมาจากหลายสาเหตุ ดังนี้

5.1.1 เนื่องจากการเสื่อมสภาพของนํ้ามัน อันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากับอากาศปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเร็วเมื่ออุณหภูมิการใช้งานสูง นํ้ามันจะเปลี่ยนสภาพเกิดความเป็นกรดขึ้น นํ้ามันจะมีความหนืดสูง และเกิดยางเหนียวอุดร่องรูกว้างของนํ้ามัน และในที่สุดอาจจะเกิดการกัดกร่อนเนื้อโลหะในเครื่องจักรกลได้

5.1.2 เนื่องจากสารเพิ่มคุณภาพในนํ้ามันถูกใช้หมดไปหรือเสื่อมสภาพไป สารเพิ่มคุณภาพทำให้นํ้ามันหล่อลื่นมีคุณสมบัติสูงขึ้น เพื่อให้เหมาะกับสภาพการใช้งานเมื่อสารเหล่านี้ถูกใช้หมดไป สารเหล่านี้อาจเปลี่ยนสภาพไปเป็นสารอื่นที่ไม่ช่วยเพิ่มคุณภาพอีกต่อไป ทำให้นํ้ามันมีสภาพไม่ดีพอที่จะใช้งานต่อไปได้

5.1.3 เนื่องจากมีสารอื่นหรือสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปปะปน สารอื่นจากภายนอก เช่น น้ำ ฝุ่นละออง เขม่า ฯลฯ เข้าไปปะปนกับนํ้ามันหล่อลื่นทำให้ความหนืดเปลี่ยนไป และทำให้นํ้ามันเสื่อมคุณภาพลง เช่น เมื่อมีน้ำปะปน น้ำจะถูกตีปั่นกับนํ้ามันเกิดขุ่นขาวเพราะอนุภาคของน้ำเข้าไปแทรกอยู่ในนํ้ามัน ทำให้ความหนืดเปลี่ยนไป ไม่เหมาะที่จะใช้งานต่อไป หรือเมื่อมีฝุ่นผงและเขม่าปะปน โดยเฉพาะพวกที่เป็นเศษโลหะจะไปขัดสีกับผิวโลหะของเครื่องจักรกล ทำให้เกิดรอยขีดข่วนและสึกหรอ นอกจากนี้ยังทำให้ความหนืดสูงขึ้นด้วย

5.2 แหล่งกำเนิดนํ้ามันหล่อลื่นใช้งานแล้ว

จากการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ได้ประมาณการว่าในปี 2540 ประเทศไทยมีนํ้ามันหล่อลื่นใช้แล้วจากแหล่งต่าง ๆ รวม 329 ล้านลิตร จำแนกตามภาคการใช้งาน ดังนี้ ยานยนต์ 223 ล้านลิตร อุตสาหกรรม 73 ล้านลิตร เกษตรกรรม 17 ล้านลิตร ประมง 11 ล้านลิตร ราชการและรัฐวิสาหกิจ 5 ล้านลิตร และประมาณการว่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 530 และ 568 ล้านลิตรในปี 2543 และ 2546 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 17 ขยะเป็นพิษที่เกิดจากนํ้ามันหล่อลื่นก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม
ที่มา : www.gengo.co.th. (30 June 2004)

5.3 อันตรายจากนํ้ามันหล่อลื่นใช้แล้ว

ปัญหาอันตรายที่เกิดจากการใช้นํ้ามันหล่อลื่นที่พบคือ การจัดเก็บและการกำจัดไม่ถูกวิธีมีการทิ้งนํ้ามันหล่อลื่นใช้แล้วลงท่อน้ำสาธารณะหรือแหล่งน้ำ เป็นการทำลายระบบนิเวศวิทยาในแหล่งน้ำ เพราะนํ้ามันจะลอยตัวและรวมตัวบนผิวน้ำก้นไม่ให้ออกซิเจนและแสงอาทิตย์ผ่านไปได้

เป็นการทำลายแหล่งอาหาร การวางไข่ของสัตว์น้ำและทำลายทัศนียภาพที่ดี การเก็บหรือทิ้งน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วและภาชนะบรรจุที่ไม่ถูกวิธีทำให้น้ำมันหล่อลื่นเกิดการรั่วไหลลงดิน ทำให้พื้นดินบริเวณนั้นเสียคุณค่าในการเพาะปลูก และถ้าซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน จะทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็นนำไปบริโภคและใช้สอยไม่ได้ การเผาไหม้น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วและภาชนะบรรจุทำให้เกิดไอ ควันทันที่มีโลหะหนัก และออกไซด์ของโลหะฟุ้งกระจายสู่บรรยากาศเหล่านี้คือผลเสียของการกำจัดไม่ถูกวิธี

ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว เกิดจากการแพร่กระจายและปนเปื้อนของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วสู่ดินและแหล่งน้ำ เนื่องจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปิโตรเลียม ต้องใช้เวลาในการย่อยสลายเป็นเวลานาน และยังมีส่วนของสารเพิ่มคุณภาพที่มีสารประกอบพวกโลหะหนักอยู่หลายชนิด เช่น แบริยม แคลเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ ซึ่งโลหะหนักเหล่านี้จะเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ และยังสามารถสะสมในวงจรอาหาร เช่น พืช และสัตว์ ได้อีกสำหรับความเป็นพิษของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่มีต่อมนุษย์ มีดังนี้

5.3.1 หากต้องสัมผัสน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วเป็นประจำ ผิวหนังจะแห้งแตกกระคายเคืองเป็นผื่นแดง เนื่องจากน้ำมันจะไปชะล้างไขมันธรรมชาติออกจากผิวหนัง ทำให้เกิดการติดเชื้อและการแพ้ได้ง่าย

5.3.2 หากสูดดมรับไอละอองน้ำมันหล่อลื่นในขณะที่มีการใช้งานของเครื่องยนต์ จะเกิดอาการวิงเวียน คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ง่วงนอน ระคายเคืองต่อหลอดลมและปอด

5.3.3 หากรับประทานอาหารหรือน้ำที่มีน้ำมันหล่อลื่นปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย สารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันหล่อลื่นจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ ปวดท้องและท้องเสีย

(สิริพร แก่นสียา.2546 : 26)

5.4 กฎหมาย ที่เกี่ยวข้องและการขออนุญาตครอบครองน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว (Used Lubricating Oil) จัดเป็นของเสียเคมีวัตถุ (Chemical Wastes) ที่ผู้ครอบครองต้องทำการขออนุญาต เช่น สถานีบริการน้ำมัน ศูนย์บริการรถยนต์ โรงงานต่างๆ เพื่อการกำจัด หรือ บำบัดที่ถูกต้องเพื่อไม่ทำให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมตามมา

5.4.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ได้แก่

5.4.1.1 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุไม่ใช้แล้ว หมวด 4 ข้อ 13 ระบุว่าน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว จัดเป็นสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุไม่ใช้แล้ว ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติเป็นของเสียเคมีวัตถุ ที่ผู้ประกอบการที่มีไว้ ต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ ลักษณะ คุณสมบัติ และสถานที่เก็บ พร้อมทั้งวิธีเก็บ การทำลาย กำจัด ทิ้ง ผึ่ง เคลื่อนย้าย ต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม

5.4.1.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2538 ลำดับที่ 1 หมวดของเสียเคมีวัตถุ ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 ระบุว่าน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วจัดเป็นวัตถุอันตราย ชนิดที่ 3 อยู่ในบัญชี ข.แนบท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ.2538 ลำดับที่ 1 หมวดของเสียเคมีวัตถุ ดังนั้น

สถานประกอบการใดๆ ที่มีการเก็บปริมาณตั้งแต่ 20 กิโลกรัม หรือ 20 ลิตร ขึ้นไป จะต้องยื่นขอ อนุญาตมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตราย น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ยกเว้นสถานประกอบการที่มี กฎหมายเฉพาะควบคุมซึ่งได้กำหนดกรรมวิธีบำบัด หรือกำจัดวัตถุนั้นแล้ว

5.4.2 การขออนุญาตครอบครองน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.4.2.1 สถานประกอบการที่เข้าข่ายต้องขออนุญาต สถานีบริการน้ำมันที่มี บริการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น และศูนย์บริการรถยนต์ รถจักรยานยนต์ ยี่ห้อต่างๆ

5.4.2.2 เอกสารประกอบการขออนุญาต ประกอบด้วย แผนผังสังเขป แสดง ที่ตั้งสถานประกอบการและบริเวณข้างเคียง ในขนาด A4 หรือขนาดที่เหมาะสม สำเนาหนังสือ รับรองการจดทะเบียนบริษัท/ห้างหุ้นส่วน สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หนังสือมอบอำนาจ (กรณีมอบหมายให้ผู้อื่นดำเนินการแทน) ลงนามโดยผู้มีอำนาจลงนามที่ระบุไว้ในหนังสือรับรอง การจดทะเบียนบริษัท คำขออนุญาตมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตราย (วอ.7)

5.4.2.3 สถานที่ยื่นคำขออนุญาต ผู้ประกอบการจะต้องยื่นขออนุญาตที่สำนัก ควบคุมวัตถุอันตราย (ชั้น 5 ห้อง 506) กรมโรงงานอุตสาหกรรม ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 โทร.202-4233,202-4235,202-4229 ในวันและเวลาราชการ (www.diw.go.th: 29 July 2003)

5.5 แนวทางการจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วถือเป็นขยะพิษที่มีอันตราย และยากต่อการกำจัด รวมทั้งสร้าง มลภาวะกับสิ่งแวดล้อม แนวทางการแก้ไขและจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว คือ อย่าเผาหรือทิ้ง น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วและภาชนะบรรจุปะปนไปกับขยะมูลฝอยทั่วไป อย่าฝังดินหรือทิ้งน้ำมันหล่อลื่น ลงท่อระบายน้ำหรือแหล่งน้ำ จัดสร้างบ่อตกน้ำมันบริเวณที่มีการเปลี่ยนถ่ายเทน้ำมันหล่อลื่นและ ซ่อมเครื่องยนต์ จัดให้มีภาชนะที่เหมาะสมเพื่อรองรับน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว เพื่อรอการเก็บรวบรวม ไปกำจัดอย่างถูกวิธี รับคืนหรือรับซื้อคืนภาชนะบรรจุน้ำมันหล่อลื่น เก็บไว้ในภาชนะที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการนำมาบรรจุน้ำมันปลอมปน แนะนำลูกค้าให้ร่วมมือกันในการจัดเก็บและกำจัด น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วอย่างเหมาะสม (สิริพร แก่นสียา.2546 : 26)

5.5.1 การจัดเก็บและรวบรวมน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ผู้เก็บและรวบรวมน้ำมันหล่อลื่น ใช้แล้วส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการอิสระไม่ได้เป็นลูกจ้างของโรงงานหรือบริษัท โดยจะนำส่งผู้ใช้ 3 กลุ่ม คือ

5.5.1.1 ส่งโรงงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะรับซื้อน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่มีคุณภาพดี เพื่อให้ได้น้ำมันที่กลั่นออกมาคุณภาพดี ปัจจุบันโรงงานน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วในประเทศไทยมี เพียง 9 ราย 7 ราย อยู่ในเขตสมุทรสาครและกรุงเทพ อีก 2 รายอยู่ต่างจังหวัด โรงงานทั้งหมดนี้มี วิธีการแปรสภาพใกล้เคียงกัน ใช้เทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งบางโรงงาน ใช้ขั้นตอนการผลิต แบบง่าย ๆ ไม่มีการควบคุมคุณภาพอย่างเข้มงวดนัก น้ำมันหล่อลื่นที่ได้ก็จะมีคุณภาพชั้นลงตาม สภาพน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่นำมาแปรสภาพ

5.5.1.2 ส่งโรงน้ำมันดำ โรงน้ำมันดำจะไม่คัดเลือกคุณภาพมากนักและจะรับซื้อน้ำมันหล่อลื่นทุกประเภท ผู้ที่เก็บน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่มีคุณภาพต่ำมักจะส่งมาที่โรงน้ำมันดำ

5.5.1.3 ส่งโรงงานโดยตรง น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วสามารถส่งขายให้กับโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรงได้โดยโรงงานจะนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วนี้ไปแทนน้ำมันเตา

5.5.2 ราคาน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วจากแหล่งต่างๆ จะมีราคาไม่แตกต่างกันมากนักราคาอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วในตลาด โดยราคาที่ขายให้โรงกลั่นจะอยู่ที่ 300-450 บาทต่อถัง 200 ลิตร ราคาที่ขายให้โรงน้ำมันดำประมาณ 300-420 บาทต่อถัง 200 ลิตร และราคาที่ขายตรงกับโรงงานอุตสาหกรรมราคาจะประมาณ 450-500 บาทต่อถัง 200 ลิตร

5.5.3 ราคาขายผลผลิตจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว โรงกลั่นจะขายต่อให้ลูกค้าเป็นหลัก ราคาขายส่งน้ำมันพื้นฐาน จะมีราคาสูงกว่าน้ำมันดำ และถ้ายังมีความสะอาดและคุณภาพสูงก็จะมีราคาสูง โดยน้ำมันพื้นฐานจากการกลั่นน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วในเกรด SAE (Society of Automotive Engineers) 30 จะขาย 7-5 บาท/ลิตร หรือถังละประมาณ 1000-1600 บาทต่อถัง 200 ลิตร เกรด SAE 40 จะขาย 10-12 บาท/ลิตร หรือถังละประมาณ 2000-2200 บาทต่อถัง 200 ลิตร (สามมิตรสาร.2541 : 71-72)

5.6 การกำจัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

การกำจัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วในประเทศไทย จากข้อมูลปี 2536 ที่มีการใช้น้ำมันเครื่องทั้งหมด 487 ล้านลิตร ซึ่งในจำนวนนี้ประมาณ 257 ล้านลิตร จะสูญเสียกับเครื่องยนต์หรือถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตหรือถูกนำไปผสมกับน้ำมันเตาและใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงาน ส่วนที่เหลือ 155 ล้านลิตร จะถูกนำกลับมาใช้ใหม่และอีก 67 ล้านลิตร นำไปใช้ประโยชน์ทางอื่นในชนบท เช่น ทากันสนิม หล่อลื่นโซ่ และหล่อลื่นใบเลื่อยสำหรับเลื่อยไม้ คงเหลือประมาณ 8 ล้านลิตร คาดว่าถูกทิ้งลงดินโดยตรง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก สำหรับวิธีการกำจัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วกระทำได้หลายวิธีดังนี้

5.6.1 ใช้เป็นวัตถุดิบในโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งวิธีนี้ยังไม่มีมีการปฏิบัติ ในประเทศไทย เนื่องจากไม่คุ้มทุน หากโรงกลั่นน้ำมันจะลงทุนปรับปรุงอุปกรณ์การกลั่นเพื่อใช้น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

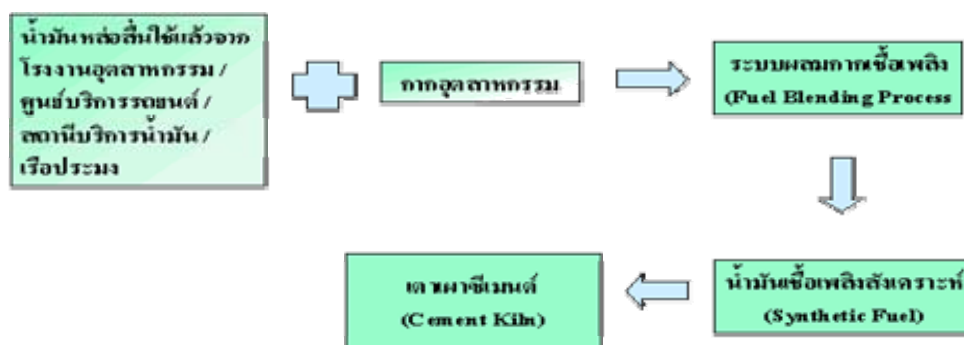
5.6.2 ผสมในน้ำมันเตาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะต้องมีการป้องกันมลพิษจากโลหะหนักที่ผสมอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ซึ่งจะต้องถูกเผาไปด้วย

5.6.3 นำไปเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตยางมะตอย ซึ่งจะทำให้กากน้ำมันและโลหะหนักที่ผสมอยู่กลายเป็นของแข็งที่ไม่ก่อมลพิษ

5.6.4 นำไปเผาในเตาเผาของโรงงานปูนซีเมนต์ หรือเผาในเตาเผาจากอุตสาหกรรม (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.2538 : 29)

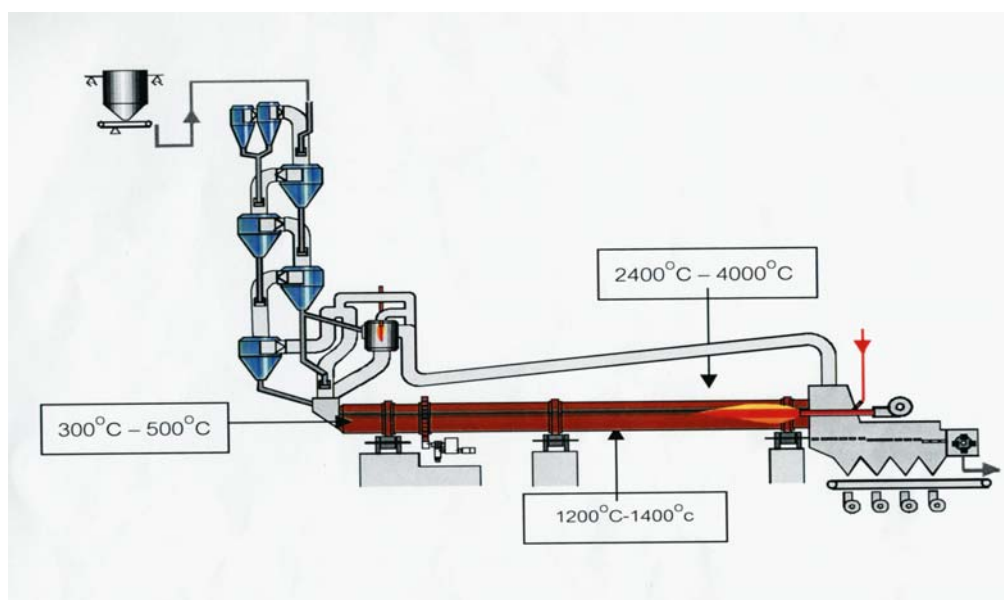
การเผาในเตาเผาซีเมนต์ใช้กระบวนการผสมจากเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Fuel Blending Process) เป็นกระบวนการปรับสภาพน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว และกากอุตสาหกรรมประเภทที่ต้องทำลายด้วยการเผาให้เป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่สามารถเผาทำลายในเตาเผาซีเมนต์ได้

ขั้นตอนการบำบัดและกำจัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว



ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนการบำบัดและกำจัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ณ เตาเผาซีเมนต์
ที่มา : www.genco.co.th. (30 June 2004)

การกำจัด ณ เตาเผาซีเมนต์ มีข้อดีคือลดปัญหามลพิษ เนื่องจากอุณหภูมิห้องเผาเฉลี่ยสูงถึง 1400°C ระยะเวลาในการเผานาน 10 - 12 วินาที ถ้าที่เหลือจากการเผาจะผสมผสานเป็นปูนซีเมนต์ มีระบบดักจับมลพิษทางอากาศ ประหยัดการใช้ทรัพยากรพลังงาน ได้แก่ น้ำมันดิบและถ่านหิน และลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ



ภาพประกอบ 19 กระบวนการกำจัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ณ เตาเผาซีเมนต์
ที่มา : www.genco.co.th. (30 June 2004)

6. การบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานไปจนหมดสภาพไม่เหมาะที่จะใช้งานต่อไป โดยปกติผู้ใช้มักจะทิ้งตามพื้นดินหรือขายให้ผู้รับซื้อในราคาถูกๆ การกระทำดังกล่าวก่อให้เกิดผลเสียด้านมลภาวะ ซึ่งยากที่จะแก้ไขในภายหลังหรือผู้รับซื้ออาจจะนำไปทำน้ำมันปลอมมาขายใหม่อีกครั้งทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักรได้ จึงควรที่จะหาประโยชน์จากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วให้มากที่สุด เช่น ใช้หล่อลื่นโซ่โซ่โลหะเครื่องมือกันสนิม ทากันปลวก ทาแบบก่อสร้าง ผสมกับน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง หรือนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาผ่านกระบวนการกำจัดของเสียออกเพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

กระบวนการหรือวิธีการการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาผ่านกระบวนการกำจัดของเสียออกเพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่ ได้มีการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ 1979 และมีหลายวิธีด้วยกันพอที่จะกล่าวได้ดังนี้

6.1 การบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว (Acid/Clay Treatment) เป็นกระบวนการที่ใช้กันกว้างขวางและเป็นที่รู้จักกันดีในการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมีเทคนิคคล้ายกับการทำการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียวในอุตสาหกรรม เริ่มจากกระบวนการไล่น้ำและตามด้วยการใช้กรดซัลฟุริก ขั้นตอนการไล่น้ำจะเป็นการขจัดน้ำ น้ำมันเชื้อเพลิงและสารทำลายอื่น ๆ ออกแล้วจึงผสมกับกรดซัลฟุริกหลังจากนั้นตะกอนจะก่อตัวขึ้นแล้วตกตะกอนใน 24-48 ชั่วโมง แล้วจึงถูกกำจัดออก นำน้ำมันที่ผ่านการบำบัดโดยกรดแล้วไปผ่านความร้อนและกวนกับดินเหนียว เพื่อกำจัดสารที่มีสีและสารปนเปื้อนที่ยังคงเหลืออยู่ออกไป ส่วนดินเหนียวจะถูกแยกออกจากน้ำมันโดยการกรอง กระบวนการนี้มีขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน คือ การตกตะกอน การบำบัดด้วยกรด การบำบัดด้วยดินเหนียวและการกรองโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ โดยปกติกระบวนการนี้ เมื่อใช้น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว 1.4 ตัน จะให้น้ำมันที่บำบัดแล้ว 1 ตัน น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่นำมาจากแหล่งต่าง ๆ จะถูกเก็บไว้ในถังเก็บ น้ำมันจะถูกกรองอย่างหยาบเพื่อแยกเอาเศษวัสดุออก น้ำมันที่กรองแล้วจะถูกให้ความร้อนในถังเหล็กหุ้มฉนวน และก้นมีลักษณะเป็นกรวย (Kettle) จนได้อุณหภูมิ 60-70°C เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 6 ชั่วโมง แล้วระบายตะกอนน้ำและตะกอนของแข็งออกทางก้น ถัง ถ่ายน้ำมันส่วนบนไปยังถังบำบัดด้วยกรดซัลฟุริกเข้มข้นร้อยละ 98 ให้ใช้กรดประมาณร้อยละ 2-5 ของน้ำหนักน้ำมันแล้วกวนด้วยใบพัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ระหว่างที่กวนอยู่ก็เติมกรดอย่างต่อเนื่อง หรือทุก 15 นาทีเมื่อครบ 1 ชั่วโมง ทิ้งน้ำมันให้แยกชั้น เป็นเวลาอีก 6-7 ชั่วโมง เพื่อให้ง่ายต่อการตกตะกอน ขนาดของกรวยประมาณ 1/5-1/6 ของความสูงทั้งหมดของถัง เมื่อได้เวลา ก็ระบายเอาตะกอนที่ก้นถังออกไป ส่วนน้ำมันข้างบนจะถูกส่งไปยังถังบำบัดด้วยดินเหนียว ถังบำบัดด้วยดินเหนียวมีขดลวดความร้อนจากไฟฟ้า ขนาด 2.5 KV ใช้ดินเหนียวร้อยละ 4-5 ใส่ดินเหนียวลงไปพร้อมกับเริ่มให้ความร้อน และเปิดปั๊มสุญญากาศ อุณหภูมิภายในถังคงไว้ที่ 200-300°C ไอที่เกิดขึ้นถูกควบแน่นเก็บในถังโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ ส่วนตัวของน้ำมันที่ผสมกับดินเหนียว ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วกรอง เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรืออาจจะตั้งทิ้งไว้ให้นานประมาณ 4 ชั่วโมง ดินเหนียวจะตกตะกอน น้ำมันใสส่วนบนจะถูกกรองได้ง่าย อีกทั้งเครื่องกรองสามารถใช้กรองได้ 2-3 ครั้ง โดยไม่ต้องทำความสะอาด

6.1.1 ดินเหนียว (Clay) ประกอบด้วย แร่ดิน (Clay Minerals) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่เคลอิไนต์ (Kaolinite) ที่มีขนาดเม็ดแร่เล็กละเอียดปนกับสารอินทรีย์และแร่ชนิดอื่นซึ่งมีขนาดเล็กละเอียด ได้แก่ ควอร์ตซ์ (Quartz) เฟลด์สปาร์ (Feldspar) โดโลไมต์ (Dolomite) แคลไซต์ (Calcite) ซีโอไลต์ (Zeolite) เหล็กออกไซด์ (Iron Oxides) แมงกานีสออกไซด์ (Manganese Oxide) และไทเทเนียมออกไซด์ (Titanium Oxide) เป็นต้น โดยมีสูตรอย่างง่าย คือ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ โดยมีส่วนประกอบทางเคมี คือ ซิลิการ้อยละ 46.3 อะลูมินาร้อยละ 39.8 และน้ำร้อยละ 13.9 มีจุดหลอมเหลวประมาณ 1,785 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติด้านความเหนียวและหดตัวของเนื้อดินเมื่อแห้ง ถ้าเป็นดินเหนียวที่บริสุทธิ์จะไม่แลกเปลี่ยนอนุผลหรือดูดซับอนุภาคของโมเลกุลอื่นๆ แต่ถ้าดินเหนียวที่ไม่บริสุทธิ์ จะเกิดการแลกเปลี่ยนอนุผลหรือดูดซับเอาผลึกของแร่ที่มีขนาดเล็กไว้ที่ผิวได้ (วีราภรณ์ มั่นเมือง 2545 : 23) จะมีการนำดินเหนียวมาใช้จับสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำมันหล่อลื่น รวมทั้งดูดซับสารที่มีสีไว้ทำให้น้ำมันมีสีสวยเหมือนใหม่

6.2 การบำบัดโดยใช้สารเคมี (Chemical Treatment) สารเคมีที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วได้แก่ กรดซัลฟูริก โดยปกติที่อุณหภูมิห้อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน พาราฟิน และแนพทีน จะทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกได้เพียงเล็กน้อย แต่จะสามารถทำปฏิกิริยาได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความเข้มข้นของกรดสูงขึ้นโดยเฉพาะสารประกอบที่มีโซ่กิ่ง (side chain) มาก ๆ เช่น เบนซีน ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกร้อยละ 93 ได้เพียงเล็กน้อย แต่สารประกอบพวกโอลีฟิน (olefin) และ อะเซทิลีน (acetylene) จะทำปฏิกิริยาได้แม้กรดจะมีความเข้มข้นร้อยละ 35 ที่อุณหภูมิและความเข้มข้นของกรดสูง จะทำให้ออลีฟินเกิดเป็นสารโพลีเมอร์ได้มาก แต่อุณหภูมิและความเข้มข้นต่ำจะทำให้เกิดเป็นสารประกอบยางเหนียวได้ ในการใช้กรดซัลฟูริกเพื่อบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้งานแล้วนี้มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยดังนี้

6.2.1 ความเข้มข้นของกรด ถ้าใช้กรดที่มีความเข้มข้นน้อยลงเท่าไร จะเป็นผลดีมากขึ้นเท่านั้นเนื่องจากจะทำให้ปริมาณตะกอนที่สูญเสียมีน้อยลง การเพิ่มปริมาณกรดทุกร้อยละ 1 จะทำให้มีการสูญเสียของตะกอนเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 4.15 เมื่อใช้กรดที่มีความเข้มข้นร้อยละ 98

6.2.2 ปริมาณของกรด ถ้าใช้ปริมาณมากจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเหลืองและจะมีการสูญเสียไฮโดรคาร์บอน พวกอะโรมาติก และไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวไป และสีของน้ำมันก็จะเสียไป

6.2.3 อุณหภูมิของการบำบัด ถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการสูญเสียผลได้มากขึ้นเนื่องจากเกิดสารโพลีเมอร์ขึ้นมาก โดยปกติจึงมักจะใช้อุณหภูมิที่ต่ำ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีดี อุณหภูมิโดยทั่วไปนิยมใช้ คือ $110-180^\circ\text{F}$ ($43.33-82.22^\circ\text{C}$)

6.2.4 เวลาที่ใช้ในการบำบัด ถ้าใช้เวลานานเกินไป สีน้ำมันที่ได้ไม่ดี ไม่มีความคงตัว เกิดกรดและตะกอนขึ้นมา แต่ถ้าใช้เวลาสั้นมากไปจะยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ของกรด นอกจากนี้เวลาที่ใช้ยังเกี่ยวข้องกับการกระจายของกรดในน้ำมัน และเวลาที่แยกเอาตะกอนออกด้วยกระบวนการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นอย่างต่อเนื่องพบว่า ใช้เวลาน้อยจะให้ผลดีกว่า แต่ในการทำปฏิกิริยาโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบกวน (Batch Agitation) พบว่าเวลาที่ใช้จะมากขึ้น

6.3 การบำบัดโดยวิธีการกลั่นและบำบัดด้วยดินเหนียว (Clay) หรือการกลั่นแบบสัมผัสร้อน (Hot-Contact Distillation) เป็นการกลั่นแบบสุญญากาศโดยเริ่มจากการนำน้ำออกเพื่อไล่ไอน้ำและสารละลายเชื้อเพลิงและสารที่จุดเดือดต่ำออกไป ต่อมาเป็นการบำบัด ขั้นแรกเป็นการทำความสะอาดน้ำมัน เพื่อลดการเกิดคราบน้ำมันในเครื่องกลั่น ขณะกลั่น จะเป็นการแยกเอาน้ำมันหล่อลื่นออกจากสารแขวนลอยทั้งหลาย ผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพ สารเพิ่มคุณภาพและสารอื่น ๆ ที่มีจุดเดือดสูงหรือไม่สามารถเดือดได้ สารทั้งหลายนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง และมีความหนืดสูง มีปริมาณต่ำ และมีความหนืดสูงด้วยเช่นกัน สามารถนำไปใช้เป็นสารเพิ่มความเหนียวแก่ยางมะตอย ส่วนน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการกลั่นจะนำมาบำบัดโดยใช้ดินเหนียวแล้วกรองออก ก็จะได้น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่มีคุณภาพสูง

6.4 การบำบัดโดยวิธีการกลั่นและการเติมไฮโดรเจน (Hydrofining) วิธีการขั้นแรกจนถึงขั้นการกลั่นแบบสุญญากาศจะเหมือนกับกระบวนการกลั่นและบำบัดด้วยดินเหนียวทุกประการ หลังจากนั้นน้ำมันหล่อลื่นที่กลั่นได้จะถูกนำไปผสมกับไฮโดรเจนในเครื่องปฏิกรณ์ที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้อุณหภูมิสูง และความดันสูง ไฮโดรเจนที่มากเกินไปจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่และน้ำมันที่มีความหนืดสูงจะถูกแยกออกโดยไอน้ำ ซึ่งจะทำให้ได้น้ำมันพื้นฐานคุณภาพสูง

6.5 การบำบัดน้ำมันเครื่องเสื่อมสภาพโดยวิธีฟิอาร์โอพี (Prop: Phillipes Re-refining Process) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ใหญ่ๆ คือ การกำจัดโลหะโดยใช้วิธีทางเคมี (Chemical Demetallization) และ การบำบัดโดยใช้ไฮโดรเจน (Hydrotreating)

6.5.1 กระบวนการขั้นแรกจะผสมน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว กับสารละลายไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Diammonium Phosphate) ในท่อผสม ในขั้นนี้จะเกิดปฏิกิริยาได้เมทัลลิกฟอสเฟต (Metallic Phosphate) ขึ้นบางส่วนซึ่งมีคุณสมบัติการละลายในน้ำหรือน้ำมันน้อย น้ำมันจึงมีสภาพเป็นโคลน (Slurry) ที่มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 1 ขั้นต่อมา น้ำและน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกขจัดออกไป ปฏิกิริยาการเกิดเมทัลลิกฟอสเฟตจะสมบูรณ์ ยกเว้นโลหะสังกะสี และฟอสฟอรัส ที่จะได้เป็น ซิงค์ไดไธโอฟอสเฟต (Zinc Dithiophosphate) ในขั้นนี้สารประกอบที่ก่อให้เกิดเถ้าจะถูกขจัดออกไปถึงร้อยละ 99

6.5.2 ขั้นตอนต่อมาเป็นการบำบัดด้วยไฮโดรเจน โดยให้ความร้อนแก่น้ำมันแล้วผสมกับไฮโดรเจนที่มีการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ตลอดเวลา โดยมีนิกเกิลโมลิบดีนัมเป็นสารเร่งปฏิกิริยาแล้วกรองด้วยดินเหนียว ซึ่งจะเป็นตัวกำจัดสารอินทรีย์และช่วยให้เกิดการสลายตัวของกรดซัลฟิวริกที่ยังขึ้น ขั้นนี้สามารถกำจัดสารประกอบกำมะถัน ไนโตรเจน ออกซิเจนและสารที่มีสีต่าง ๆ ออกได้ (www.gengo.co.th. : 30 June 2004)

6.6 กระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction Process) เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายและการกลั่นด้วยตัวทำละลายเป็นของผสมระหว่าง Isopropanal / Butanal / Methyl ethyl ketone กระบวนการจะมีการผสมตัวทำละลายเข้ากับน้ำมันเครื่องใช้แล้ว หลังจากนั้นแยกน้ำและสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเบาออกจากน้ำมันเครื่อง ตัวทำละลายแยกเอาสารประกอบประเภทถ่านโค้กและของเสียออกในรูปตะกอน หลังจากนั้นตัวทำละลายจะถูกแยกออกที่ความดันบรรยากาศ ส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อลื่นจะถูกทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งด้วยวิธีการกลั่นภายใต้สุญญากาศ กระบวนการนี้จะได้น้ำมันเครื่องกลับมาใช้ใหม่ประมาณร้อยละ 71

6.7 กระบวนการไอเอฟพี (Institut Francais du Petro Process) เป็นกระบวนการใช้โพรเพนเป็นตัวทำละลายในการสกัดตะกอนบางส่วนออกจากน้ำมันเครื่องใช้แล้ว ก่อนที่จะนำไปทำการบำบัดด้วยกรดซัลฟิวริก กระบวนการนี้จะได้น้ำมันเครื่องกลับมาใช้ใหม่ประมาณร้อยละ 80

6.8 กระบวนการรีไซเคิล (Recyclon Process) กระบวนการนี้ใช้อนุภาคโซเดียมเป็นหลักในการแยกสิ่งเจือปนในน้ำมันออกมาในรูปสารประกอบของเกลือหรือโพลิเมอร์ แล้วจึงกลั่นแยกน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น กระบวนการนี้จะได้น้ำมันเครื่องกลับมาใช้ใหม่ประมาณร้อยละ 70

6.9 กระบวนการเคทีไอ (KTI : Kinetic Technology International) เป็นกระบวนการที่ใช้การกลั่นเพื่อทำการแยกน้ำและน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากน้ำมันเครื่องใช้แล้ว ก่อนนำไปผ่านกระบวนการกลั่นแบบสุญญากาศ ซึ่งจะได้น้ำมันเครื่องที่ยอดหอกลั่น น้ำมันเครื่องนี้จะนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งด้วยการบำบัดโดยใช้ไฮโดรเจน เพื่อแยกสิ่งเจือปนต่างๆ และปรับปรุงคุณภาพของสีและกลิ่น กระบวนการนี้จะได้น้ำมันเครื่องกลับมาใช้ใหม่ประมาณร้อยละ 82 (ณัฐกานต์ ขำทิพย์. 2542 : 22-23)

จากการศึกษากระบวนการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วทั้งหมด ผู้วิจัยเลือกที่จะทดลองกระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว เนื่องจากได้ปริมาณน้ำมันจากกระบวนการบำบัดสูงถึงร้อยละ 70 ของน้ำมันที่ใช้ และเป็นกระบวนการที่ทำได้ง่ายสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโรงงาน หรือหน่วยราชการที่มีการใช้น้ำมันหล่อลื่นอยู่ อาจบำบัดใช้เองแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติจากปิโตรเลียมให้มีการใช้ให้คุ้มค่าที่สุด โดยกลุ่มตัวอย่างที่เลือกนำมาทดลองเป็นน้ำมันไฮดรอลิกอุตสาหกรรม ซึ่งมีปริมาณสารเพิ่มคุณภาพน้อย และมีการเจือปนจากการใช้งานน้อย วิธีการนี้จึงน่าจะเหมาะสมที่สุด

7. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1438-2540) น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน กลั่น ใหม่

7.1 ขอบข่าย

7.1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่ที่ใช้สำหรับทำน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ และใช้งานทั่วไป

7.2 บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

7.2.1 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่ หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน ได้จากการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว (ข้อ 7.2.3) มาทำให้บริสุทธิ์โดยกระบวนการกลั่นใหม่ (Re-Refining) หรือผ่านกรรมวิธีจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ เช่น กากเหนียว กลิ่นเหม็น สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน

7.2.2 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil) หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ หรือการกลั่นน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

7.2.3 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว (Used Lubricating Oil) หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณสมบัติบางประการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการใช้งาน ไม่ว่าจะยังคงใช้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้หรือไม่ก็ตาม

7.3 ประเภท

7.3.1 น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่แบ่งตามการใช้งานออกเป็น 2 ประเภท คือ

7.3.1.1 ประเภท ก เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่สำหรับทำน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ไม่เกินชั้นคุณภาพซีซี (CC) และชั้นคุณภาพเอสดี (SD) ตาม มอก.356 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันเครื่อง) และใช้งานทั่วไป ตามประเภท ข

7.3.1.2 ประเภท ข เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่สำหรับใช้งานทั่วไป เช่น ใช้ทาไม้แบบหล่อลื่นโซ่และการหล่อลื่นในลักษณะหยอดทิ้ง หรือใช้ทำจาระบีประเภทใช้งานทั่วไป ชนิดที่ 1 ตาม มอก.713 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จาระบี)

7.4 คุณลักษณะที่ต้องการ

7.4.1 ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นของเหลวใสเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากตะกอน สารแขวนลอย และสิ่งแปลกปลอมใด ๆ ที่อุณหภูมิของบรรยากาศปกติ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

7.4.2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี ต้องเป็นตามตาราง 2. คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี

ตาราง 2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี (7.4.2)

รายการ ที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีทดสอบตาม
		ประเภท ก	ประเภท ข	
1	ความหนืดคิเนแมติกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	5	5	ASTM D 445*
2	ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (เซนติสโตกส์) ไม่น้อยกว่า	92	-	ASTM D 2270*
3	จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	180	170	มอก.1182 เล่ม 2
4	ความเป็นกรด มิลลิกรัมโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อ กรัม** ไม่เกิน	0.05	1.0	ASTM D 664*
5	น้ำ ร้อยละโดยปริมาตร ไม่เกิน	0.05	0.05	มอก.1182 เล่ม 6
6	เถ้า ร้อยละโดยปริมาตร ไม่เกิน	0.01	0.2	ASTM D 482*
7	สี ไม่เกิน	เบอร์ 6	-	ASTM D 1500*
8	กากคาร์บอน (วิธีคอนราตสัน) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.9	-	ASTM D 189*
9	จุดไหลเท องศาเซลเซียส ไม่เกิน	-6	-	ASTM D 97*
10	กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	1	-	ASTM D 1552*
11	กากซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.05	-	ASTM D 874
12	การกัดกร่อนทองแดง ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	ต้องไม่เกิน แผ่นทองแดง อ้างอิงเบอร์ 1b	ต้องไม่เกิน แผ่นทองแดง อ้างอิงเบอร์ 1b	ASTM D 130*
13	โพลีไซคลิกอะโรมาติก (Polycyclic Aromatic (PCA)) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	3	-	IP 346*
14	โพลีคลอรีเนเตดไบฟีนิล (Polychlorinated Biphenyl (PCB)) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	50	50	ASTM D 4059*

หมายเหตุ * หมายถึง หรือใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่า

** หมายถึง ปริมาณโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ทำปฏิกิริยากับตัวอย่าง 1 กรัม

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (มอก.1438.2540 : 2)

7.5 การบรรจุ

7.5.1 ให้บรรจุน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ในภาชนะที่แห้ง สะอาด ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ ไม่รั่วซึม มีฝาปิดได้สนิท แล้วติดตราหรือฉลากในวิธีใดวิธีหนึ่ง

7.5.2 ปริมาณสุทธิของน้ำมันพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ชั่งน้ำหนักสุทธิ และหาความหนาแน่นของตัวอย่างโดยปฏิบัติตาม มอก.1182 เล่ม 3 แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาตรสุทธิของตัวอย่าง

7.6 เครื่องหมายและฉลาก

7.6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำมันพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) คำว่า “น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ (ผลิตจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว)”
- (2) ประเภท และคำอธิบายใช้งาน ตามข้อ 3.
- (3) ปริมาณสุทธิ เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร)
- (4) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
- (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.7 การชักตัวอย่างละเกณฑ์ตัดสิน

การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน ให้เป็นดังนี้

7.7.1 รุ่นของภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (Packaged Lot) หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นกลั่นใช้ใหม่ ประเภทเดียวกัน ที่บรรจุในภาชนะบรรจุขนาดเดียวกันไม่เกิน 210 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีชื่อตรา หรือเครื่องหมายการค้าอย่างเดียวกันที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

7.7.2 รุ่นของภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ (Bulk Lot) หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ ประเภทเดียวกัน ในภาชนะบรรจุเดี่ยวภาชนะหนึ่งในปริมาตรเกิน 210 ลูกบาศก์เดซิเมตร

7.7.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ก. การชักตัวอย่างและการยอมรับการทดสอบการบรรจุ และเครื่องหมายฉลาก

7.7.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตาราง 3

7.7.3.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นตามข้อ 7.5 เรื่องการบรรจุ และ ข้อ 7.6 เรื่องเครื่องหมายและฉลาก ในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตาราง 3 จึงจะถือว่าน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะที่บรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	2	0
151 ถึง 280	8	1
เกิน 280	13	2

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (มอก.1438.2540 : 4)

ข. การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ

7.7.3.3 สำหรับภาชนะบรรจุขนาดเล็ก ให้ใช้ตัวอย่างจากข้อ ก. โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุเท่าๆ กัน นำมาผสมกันให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม

7.7.3.4 สำหรับภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ ให้ชักตัวอย่างให้เป็นไปตาม ASTM D 4057

7.7.3.5 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 7.4 เรื่องคุณลักษณะที่ต้องการ ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.7.4 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ต้องเป็นไปตามข้อ 7.7.3.2 และข้อ 7.7.3.5 จึงจะถือว่าน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก.1438.2540 : 1-4)

8.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิษณุ มอญพันธ์ (2535:บทคัดย่อ) ศึกษาการนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยแสดงให้เห็นว่าน้ำมันเก่านั้นมีค่าความหนืดและดัชนีความหนืดเพิ่มขึ้น มีความเป็นกรด (น้ำมันใหม่เป็นด่าง) การต้านทานการสึกหรอต่ำ และความร้อนของเชื้อเพลิงของน้ำมันสูงขึ้น พบว่าคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมที่จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ จะทำให้เกิดผลเสียแก่เครื่องยนต์ แต่ไม่ได้กล่าวถึงการปรับปรุงหรือการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ขึ้น

จันทร์เพ็ญ ขำแก้ว (2540:บทคัดย่อ) ศึกษาสภาพและปัญหาน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในประเทศไทยและการประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการบำบัด โดยในการวิจัยได้รวบรวมข้อมูล ออกแบบสอบถาม เยี่ยมชมโรงงาน วิเคราะห์เอกสารเทคโนโลยีการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่ากลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ น้ำมันหล่อลื่นมีการเก็บรวบรวมน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วร้อยละ 78 ในจำนวนนี้ส่วนใหญ่เก็บแบบผสม มีเพียงร้อยละ 30.5 ที่แยกเก็บตามชนิดของน้ำมัน หากพิจารณาการเก็บรวบรวมของกลุ่มโรงงานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก คิดเป็นร้อยละ 90,80 และ 54 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการเก็บรวบรวมและนำไปใช้ประโยชน์โดยการขาย ใช้เป็นเชื้อเพลิง และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 54.9,26.8 และ 18.3 ตามลำดับ หากแยกตามขนาดของโรงงานพบว่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 35.7,14.3 และ 50 ตามลำดับ ในบรรดาเทคโนโลยีที่ใช้ในการนำน้ำมันหล่อลื่นกลับมาใช้ใหม่ การศึกษานี้แนะนำสองกระบวนการที่เหมาะสม คือ (1) กระบวนการกลั่นใหม่ด้วยสูญญากาศ หรือสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม หรือใช้สารเคมี เช่น ไโดแอมโมเนียมฟอสเฟต ตามด้วยการทำให้บริสุทธิ์ด้วยการบำบัดด้วยก๊าซไฮโดรเจน หรือหากใช้ดินเหนียวก็ควรจะใช้ดินเหนียวน้อยกว่าเดิม และ (2) การนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาซีเมนต์

ธนกาญจน์ ชำนาญกิจ และ สกฤณา ทิมปัญญา (2541:บทคัดย่อ) ศึกษาวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในรถจักรยานยนต์สองจังหวะ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยนำมาทำการบำบัดเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับการนำกลับมาใช้ใหม่ ด้วยกรดซัลฟริกเข้มข้นร้อยละ 97 ดินเหนียว และกรองด้วยฟیلเตอร์เอ็ด (Filter Aid : Diatomeceous Earth) และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมโดยเปลี่ยนตัวแปร เช่น อุณหภูมิ ปริมาณกรดซัลฟริกที่ใช้ เวลาในการบำบัดด้วยกรด ความเร็วรอบในการกวน เวลาที่ตั้งทิ้งไว้หลังเติมกรด ปริมาณดินเหนียว เวลาที่ตั้งทิ้งไว้หลังการเติมดินเหนียว ผลการวิจัยพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นรถจักรยานยนต์สองจังหวะที่ใช้แล้ว คือ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดซัลฟริกเข้มข้นจำนวนร้อยละ 9 โดยปริมาตร เวลาในการบำบัดด้วยกรด 60 นาที ความเร็วรอบในการกวน 600 รอบต่อนาที เวลาในการตั้งทิ้งไว้หลังการเติมกรดซัลฟริก คือ 2 วัน ปริมาณดินเหนียวที่ใช้คือ 100 กรัมต่อน้ำมันหล่อลื่น 500 มิลลิลิตร เวลาที่ตั้งทิ้งไว้หลังเติมดินเหนียวคือ 5 วัน ปริมาณฟیلเตอร์เอ็ดที่ใช้ในการกรอง 30 กรัม ต่อน้ำมันหล่อลื่น 500 มิลลิลิตร

มานิตย์ ธิมาทา (2541:บทคัดย่อ) ศึกษาการปรับปรุงน้ำมันเครื่องใช้แล้วโดยการกำจัดสิ่งสกปรกแขวนลอยแล้วตรวจทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและการต้านทานการสึกหรอ ซึ่งการทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM แล้วผสมสารเพิ่มคุณภาพ คือ ซิงค์ไดอัลคิลไดไธโอฟอสเฟต (Zinc Dialkyl Dithiophosphates:ZDDP) ในปริมาณ 0.10,0.30,0.50,0.70,0.90, และ 1.0 โดยน้ำหนัก และวิเคราะห์ผลการทดสอบการต้านทานการสึกหรอด้วยวิธีทางสถิติ และทดสอบผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพก่อนและหลังผสมสารเพิ่มคุณภาพ โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันหล่อลื่นเพื่อทดสอบของเครื่องจักรอุตสาหกรรมที่ยังไม่ได้ใช้งาน ผลการวิจัยพบว่ายังมีสิ่งสกปรกแขวนลอยตกค้างอยู่แต่มีขนาดอนุภาคและปริมาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 16/13 (ISO 4406) และมีค่าความหนืด ดัชนีความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ค่าตัวเลขรวมความเป็นด่าง (TBN) ค่าการกัดกร่อนและการต้านทานการเกิดฟองเทียบเท่าน้ำมันใหม่ ส่วนความเข้มข้นของสียังดำและมีน้ำผสมอยู่มากกว่า 0.10% ในขณะที่สมรรถนะต้านทานการสึกหรอจะเทียบเท่าที่ความเร็วรอบ 5.88 และ 21.15 m/min แต่ที่ความเร็วรอบ 45.15 และ 60.63 m/min จะสึกหรอมากกว่าน้ำมันใหม่ หลังจากผสมสารเพิ่มคุณภาพแล้วพบว่าทุกส่วนผสม ค่าความหนืด ดัชนีความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง ค่าตัวเลขรวมความเป็นด่าง ค่าการกัดกร่อน เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่อยู่ในเกณฑ์เทียบเท่าน้ำมันใหม่ อุณหภูมิจุดวาบไฟ การต้านทานการเกิดฟองมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณสารเพิ่มคุณภาพที่เพิ่มขึ้น สีและปริมาณน้ำยังคงเดิม

รัฐพร จันทรเดช (2541:บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้แบคทีเรียย่อยสลายน้ำมันเครื่องใช้แล้วพบว่าจากแบคทีเรีย 232 ไอโซเลทที่แยกได้ มีแบคทีเรียที่มีความสามารถย่อยสลายน้ำมันเครื่องใช้แล้ว 13 ไอโซเลทและเพียง 6 ไอโซเลทที่สามารถย่อยสลายน้ำมันเครื่องใช้แล้วได้ดี ได้แก่ LO1-LO6 เมื่อทำการถ่ายเชื้อ (Subculture) จาก LO1 ได้แบคทีเรียที่เรียกว่า LO1* ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันได้ดีกว่าทุกไอโซเลท ปัจจัยที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมัน คือ ปริมาณเชื้อ อัตราส่วนของเชื้อต่อปริมาณน้ำมัน ความเป็นกรดเป็นด่างและอุณหภูมิ นอกจากนั้นได้ศึกษา

ความสามารถในการย่อยสลายน้ำมันของเชื้อแต่ละไอโซเลท โดยวัดจากปริมาณจาระบีและน้ำมัน (Grease & Oil) ที่ตกค้าง พบว่าเชื้อ LO1* มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันได้ดี และมีปริมาณจาระบีและน้ำเหลืออยู่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีในน้ำทิ้ง (มีค่า Grease & Oil ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการเตรียมดีเอ็นเอของแบคทีเรียทั้ง 7 ไอโซเลท เตรียมได้ทุกไอโซเลท

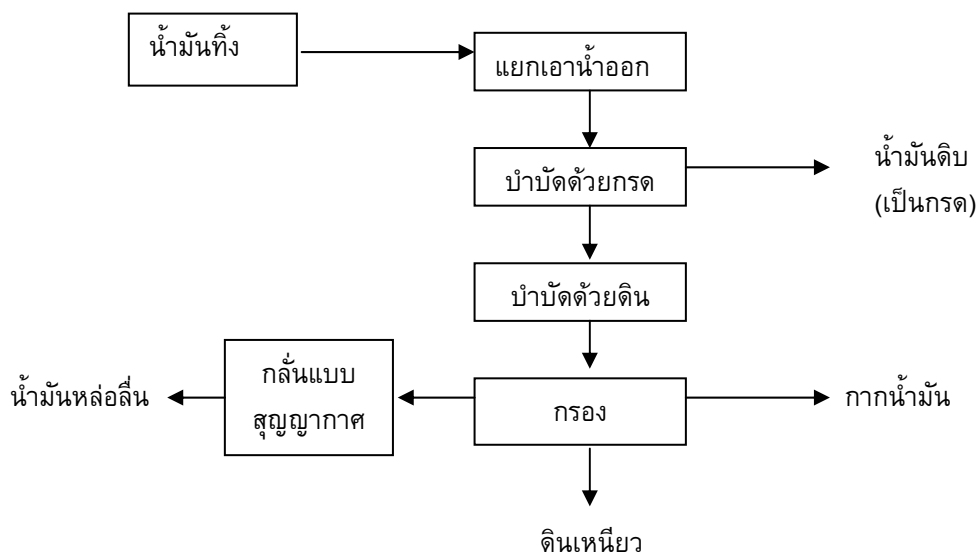
ณัฐติกานต์ ขำทิพย์ (2542:บทคัดย่อ) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ใช้แล้ว โดยการทำจัดตะกอนด้วยสารละลายเอธิลอะซิเตต จากนั้นบำบัดด้วยดินเหนียว และผงถ่านกัมมันต์ แล้วกรองภายใต้ความดันต่ำและระเหยตัวทำละลายออก น้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงให้สีใกล้เคียงกับน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้งาน ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ความหนืดลดลง จึงปรับปรุงคุณสมบัติด้านความหนืดของน้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงแล้วด้วยการเติมสารพวกโพลีเมอร์ ได้แก่ โพลีโพรพิลีนและโพลีไอโซพรีน และศึกษาความแตกต่างขององค์ประกอบของน้ำมันหล่อลื่นที่ทำการปรับปรุงและน้ำมันหล่อลื่นที่เติมสารโพลีเมอร์ พบว่าค่าความหนืดเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับน้ำมันที่ยังไม่ใช้งาน

สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2542 :บทความ) ได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดเก็บน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วในภาพรวม ในหัวเรื่อง น้ำมันรีไซเคิล พบว่าน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วทั่วประเทศที่ถูกจัดเก็บหรือดำเนินการอย่างเป็นระบบในเชิงพาณิชย์ มีเพียงร้อยละ 25 ที่เหลืออีกร้อยละ 75 ถูกจัดเก็บอย่างไม่เป็นระบบ และมีการดำเนินการที่ไม่ถูกหลักวิชาการทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยได้เสนอแนวทางการจัดการออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแหล่งผลิต หรือแหล่งกำเนิด ส่วนผู้รับขนส่งน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ส่วนคลังจัดเก็บน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ส่วนสุดท้ายเป็นส่วนกำจัดหรือบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

วีราภรณ์ มั่นเมือง (2545:บทคัดย่อ) ศึกษากระบวนการทำบริสุทธิ์น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ใช้แล้วแบบขั้นตอนเดียวด้วยสารดูดซับชนิดต่างๆ ได้แก่ ซีโอไลต์ ดินขาว และ เบนทอนไนต์ ด้วยวิธีชะผ่านเพียงขั้นตอนเดียว จากการวิเคราะห์องค์ประกอบอินทรีย์ในน้ำมันหลังการทำให้บริสุทธิ์ พบว่ามีไฮโดรคาร์บอนอยู่ในช่วง C₁₇-C₃₂ เช่นเดียวกับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ยังไม่ได้ใช้งาน แต่สารเพิ่มคุณภาพหายไป ซึ่งถูกดูดซับไว้ด้วยสารดูดซับในกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ มีความหนืดลดลง สีของน้ำมันผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ตาม มอก.1438-2540 นอกจากนั้นยังวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วทั้งก่อนและหลังกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ พบว่าตะกั่วในน้ำมันหายไปเนื่องจากถูกดูดซับไว้ในสารดูดซับ ส่วนสารดูดซับ เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่พบว่าซีโอไลต์กับเบนทอนไนต์เท่านั้นที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ คุณสมบัติของน้ำมันหลังการทำให้บริสุทธิ์ด้วยสารดูดซับที่นำกลับมาใช้ใหม่ใกล้เคียงกับน้ำมันหลังการทำให้บริสุทธิ์ด้วยสารดูดซับใหม่

รีจินัลด์ เบอรรี่ (Reginald Berry. 1979 : Abstract) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเครื่องโดยวิธีใช้กรดและดินเหนียว โดยกระบวนการปรับปรุงเริ่มจากการแยกน้ำที่ปะปนอยู่ในน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว จากนั้นแยกสิ่งเจือปนต่างๆ โดยใช้กรดซัลฟริกเข้มข้นทิ้งไว้ให้น้ำมันดิบเป็นกรดตกตะกอน น้ำมันส่วนที่แยกออกจากตะกอนจะนำไปผสมกับดินเหนียวเพื่อดูดซับสารปนเปื้อน

ที่ยังเหลืออยู่และช่วยทำให้ดีขึ้น ขั้นตอนสุดท้ายน้ำมันจะถูกทำให้เป็นกลางและทำการกลั่นแบบสุญญากาศ เพื่อแยกน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน ส่วนที่เหลือจะนำไปผสมกับยางมะตอย



ภาพประกอบ 20 การปรับปรุงน้ำมันเครื่องโดยวิธี Acid/Clay Process

สไวน์ (Swain.1983 : Abstract) ศึกษาการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยน้ำมันที่ใช้แล้วมาจาก 2 แหล่งใหญ่ๆ ได้แก่ เครื่องยนต์ และอุตสาหกรรมต่างๆ โดยการนำน้ำมันที่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการต่างๆ โดยการกำจัดน้ำออก การกำจัดน้ำและของแข็งต่างๆ ด้วยการหมุนเวียนให้ตกตะกอน การกรองเพื่อกำจัดของแข็งที่ตกค้าง รวมทั้งดูดซับด้วยดินเหนียว เพื่อกำจัดสารประกอบหรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน และขั้นตอนสุดท้ายคือการใส่สารเพิ่มคุณภาพลงไป โดยการนำกลับมาใช้ใหม่อาจนำมาใช้ในงานเดิม หรือเติมสารเพิ่มคุณภาพและนำกลับมาใช้ในงานอื่นๆ เช่น งานช่างโลหะ เป็นต้น

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการวิจัยและทดลองการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว โดยใช้กระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว โดยกรดจะจับตัวกับสิ่งสกปรกในน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วเกิดเป็นตะกอนกรดเพื่อกำจัดออก ส่วนดินเหนียวใช้เพื่อกำจัดสารที่มีสี และสารประกอบต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน เพื่อให้ได้น้ำมันหล่อลื่นนำกลับมาใช้ใหม่ โดยผู้วิจัยหวังว่าผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการช่วยลดปริมาณน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติจากปิโตรเลียม คือ น้ำมันดิบได้อย่างคุ้มค่า โดยหวังว่ากลุ่มผู้ใช้ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม โรงเรียน หรือ หน่วยงานราชการต่างๆ ที่มีการใช้น้ำมันไฮดรอลิกปริมาณมากๆ อาจจะประยุกต์นำกระบวนการบำบัดนี้ไปใช้จัดการน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วและนำกลับมาใช้ใหม่ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
3. ขั้นตอนการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มตัวอย่าง

น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร จากโรงงานอุตสาหกรรม

2. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถานที่ เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ในการทดลอง ดังต่อไปนี้

2.1 สถานที่ที่ใช้ทดลองและทดสอบคุณลักษณะ

2.1.1 ห้องทดลอง ของบริษัทวิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด ใช้เครื่องมือทดสอบ

คุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว และทดลองกระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว ของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

2.2.1 ชุดบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว 1 ชุด ประกอบด้วย เตาไฟฟ้า แท่งแม่เหล็ก กวน ปีกเกอร์ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องกรองสุญญากาศ

2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบ

2.3.1 ชุดทดสอบความหนืดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน ASTM D445 ซึ่งใช้หาค่าความหนืดในน้ำมันหล่อลื่นเพื่อบอกเกรดของน้ำมันและการเลือกน้ำมันหล่อลื่นใช้งาน

2.3.2 โปรแกรม Viscosity Calculation Tools Version 1.0 (Cannon Instrument Company) ใช้หาค่าดัชนีความหนืด เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงความหนืดเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป

2.3.3 ชุดทดสอบจุดวาบไฟแบบระบบเปิด ตามมาตรฐาน ASTM D92 ซึ่งใช้หาจุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่น เพื่อดูส่วนประกอบของน้ำมันเบาที่อาจติดมาจากกระบวนการกลั่น

2.3.4 ชุดทดสอบค่าความเป็นกรด ตามมาตรฐาน ASTM D974 ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบค่าความเป็นกรดโดยดูการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์

2.3.5 ชุดทดสอบน้ำ ตามมาตรฐาน ASTM D95 ใช้หาปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่น ด้วยวิธีการกลั่นด้วยตัวทำละลาย

2.3.6 เตาเผา ใช้ทดสอบปริมาณกำมะถันในน้ำมันหล่อลื่น ตามมาตรฐาน ASTM D482 และทดสอบหาคาร์บอนตามมาตรฐาน ASTM D874

2.3.7 ชุดทดสอบสีสำหรับน้ำมันหล่อลื่น ตามมาตรฐาน ASTM D1500 ใช้วัดสีของน้ำมันหล่อลื่นเพื่อบอกลักษณะและชนิดของน้ำมัน

2.3.8 ชุดทดสอบหาจุดไหลเท ตามมาตรฐาน ASTM D97 ซึ่งใช้หาจุดไหลเทของน้ำมันหล่อลื่น เพื่อดูปริมาณไข (Wax) ในน้ำมันหล่อลื่น

2.4 การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบของบริษัทโปรดักส์ ดีเวลลอปเม้นท์ เมนูแฟคเจอร์รี่ จำกัด (ส่งตัวอย่างทดสอบ)

2.4.1 การทดสอบการกัดกร่อนทองแดง ตามมาตรฐาน ASTM D130

2.4.2 การหาปริมาณกำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM D4294 หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า

2.5 การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบของบริษัทไอแอลป์ ฟลูอิด คอนโทรล จำกัด

2.5.1 เครื่องทดสอบคาร์บอน ตามมาตรฐาน ASTM D4530

2.6 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

2.6.1 น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ประเภทน้ำมันไฮดรอลิกอุตสาหกรรมจากโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร

2.6.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 95-98

2.6.3 ดินเหนียว (Clay)

2.6.4 กระดาษกรอง (Whatman Filter Papers No.4)

2.7 บุคลากรที่ช่วยในการทดลอง

2.7.1 พนักงานส่วนควบคุมคุณภาพและห้องปฏิบัติการ บริษัทวิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด ช่วยในด้านเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ และใช้เครื่องมือทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว และทดลองกระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว

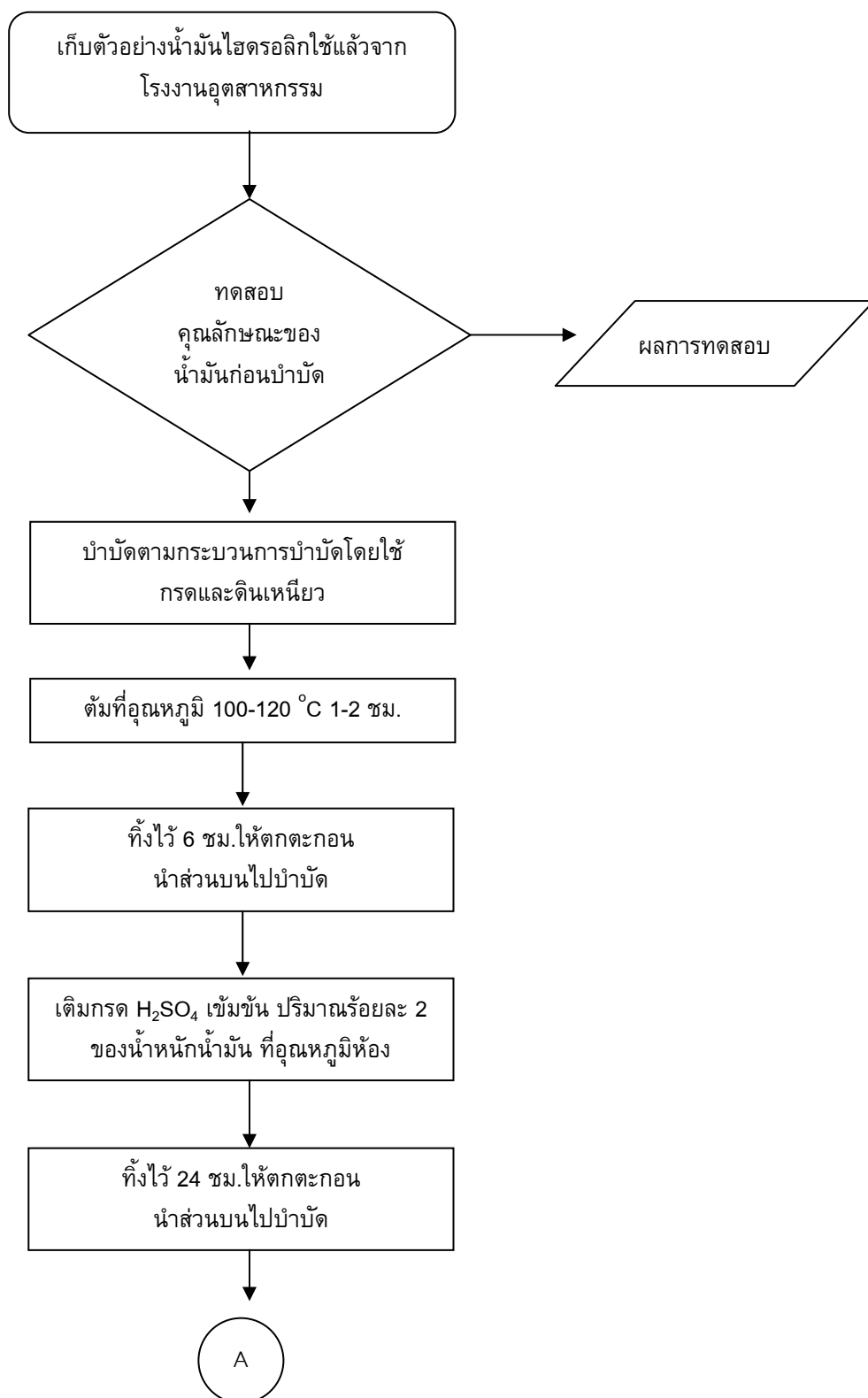
2.7.2 ผู้จัดการโรงงาน บริษัทวิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด ช่วยในด้านข้อมูลและแนะนำขั้นตอนกระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว

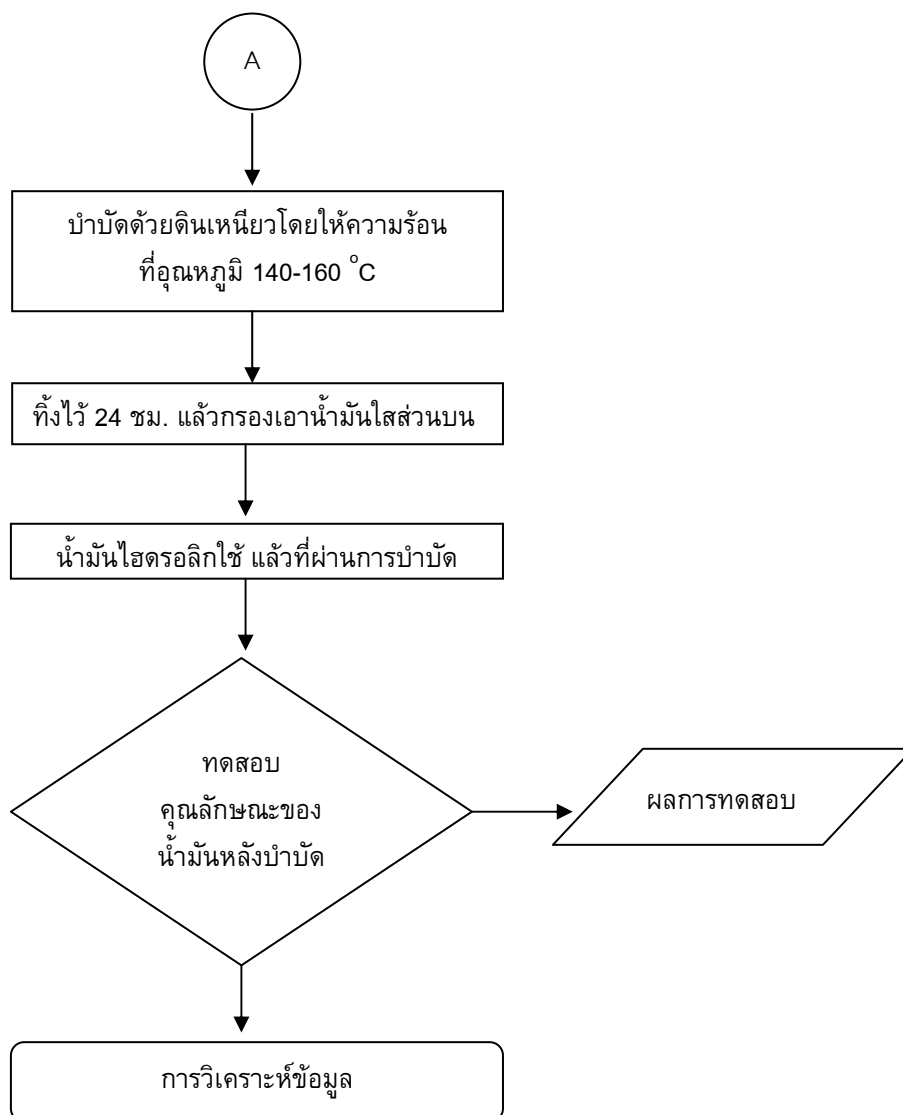
2.7.3 นักเคมี บริษัท โปรดักส์ ดีเวลลอปเม้นท์ เมนูแฟคเจอร์รี่ ช่วยประสานงานในการส่งตัวอย่างทดสอบการกัดกร่อนโลหะทองแดง และปริมาณกำมะถัน ของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว ทั้งก่อนและหลังการบำบัด

2.7.4 ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค บริษัทไอแอลป์ ฟลูอิด คอนโทรล จำกัด ช่วยให้คำแนะนำและนำเครื่องทดสอบคาร์บอน ตามมาตรฐาน ASTM D4530 มาให้ทดสอบ

3. ขั้นตอนการทดลอง

3.1 แผนการปฏิบัติงาน





3.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 เก็บตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว จากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ที่ใช้น้ำมันไฮดรอลิกในเครื่องจักร โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร

3.3 ขั้นตอนกระบวนการบําบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว โดยใช้กรดและดินเหนียว

3.3.1 นำน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว มาให้ความร้อน โดยใช้อุณหภูมิ 100-120°C เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง เพื่อไล่น้ำและสิ่งเจือปนออกจากน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว

3.3.2 จากนั้นทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง เพื่อให้ตกตะกอน และนำส่วนบนไปบําบัดต่อ

3.3.3 ใส่กรดซัลฟริกเข้มข้น จำนวนร้อยละ 2 ของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ใช้ โดยเติมกรดทุกๆ 15 นาที พร้อมค่อยๆ กวนไปเรื่อยๆ จนครบ 1 ชั่วโมง โดยไม่ต้องให้ความร้อน

3.3.4 ตั้งน้ำมันทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้แยกชั้นและตกตะกอน นำส่วนบนไปบําบัดต่อ

3.3.5 น้ำมันส่วนบนที่ได้นำไปเติมดินเหนียว พร้อมกวนและให้ความร้อน โดยใช้ดินเหนียวร้อยละ 5 และใช้อุณหภูมิในช่วง 140-160°C เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง และตั้งน้ำมัน

ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ดินเหนียวจะตกตะกอนนำน้ำมันส่วนบนมากรองโดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ 1-2 ครั้ง

3.3.6 จะได้น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการบำบัดแล้ว นำตัวอย่างไปทดสอบคุณลักษณะและปริมาณที่ได้

3.4 ขั้นตอนการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนและหลังบำบัด

3.4.1 การทดสอบค่าความหนืด ตามมาตรฐาน ASTM D445

3.4.1.1 เลือกหยิบหลอดวัดความหนืด (Viscometer) ให้เหมาะสมตามความหนืดของน้ำมัน กับค่าคงที่ (Constant)

3.4.1.2 ดูดตัวอย่างน้ำมันใส่ในหลอดวัดความหนืด ตามช่วงของความหนืดตัวอย่าง

3.4.1.3 จุ่มหลอดวัดความหนืดลงอ่างอุณหภูมิ ที่ 40 และ 100 องศาเซลเซียส แช่ไว้ประมาณ 10-15 นาที

3.4.1.4 ดูดน้ำมันขึ้นให้เกินขีดบน แล้วเริ่มจับเวลาเมื่อน้ำมันเคลื่อนจากขีดบนลงมาขีดล่าง ทำการทดลอง 2 ครั้ง ค่าที่ได้ไม่ควรต่างกันเกิน 0.2 วินาที แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.4.1.5 การคำนวณค่าความหนืด เทากับค่าคงที่ของหลอดหารด้วยเวลาการไหลของน้ำมัน

3.4.2 การทดสอบหาค่าดัชนีความหนืด ตามมาตรฐาน ASTM D2270

3.4.2.1 นำค่าความหนืดที่ได้จากการทดสอบความหนืดทั้งที่อุณหภูมิ 40 และ 100 องศาเซลเซียส มาเข้าโปรแกรมการหาดัชนีความหนืด

3.4.3 การทดสอบหาจุดวาบไฟ ตามมาตรฐาน ASTM D92

3.4.3.1 ใส่ตัวอย่างน้ำมันลงในถ้วยทดสอบ (Test Cup) ให้พอดีกับขีดประมาณ 80 มิลลิลิตร ระวังกว้างให้มีฟองอากาศบนผิวตัวอย่าง

3.4.3.2 วางถ้วยทดสอบลงในเตาทดสอบ เสียบเทอร์โมมิเตอร์ให้สูงจากก้นถ้วยประมาณ 6.4 มิลลิเมตร

3.4.3.3 เปิดก๊าซเข้าระบบ จุดไฟสำหรับทดสอบจุดวาบไฟให้เปลวไฟสูงประมาณ 3-4 มิลลิเมตร.

3.4.3.4 ให้ความร้อนกับตัวอย่าง 14-17 °C ต่อนาที จนอุณหภูมิตัวอย่างต่ำกว่าจุดวาบไฟที่คาดไว้ 56 °C ลดความร้อนลงเหลือ 5-6 °C ต่อนาที

3.4.3.5 ผ่านเปลวไฟทดสอบ ทุกๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 2 °C

3.4.3.6 อ่านจุดวาบไฟโดยดูจากเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

3.4.4 การทดสอบหาค่าความเป็นกรด ตามมาตรฐาน ASTM D974

3.4.1.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ประมาณ 20 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.4.1.2 เติมน้ำละลาย (Titration Solvent) ลงไป ประมาณ 100 มิลลิลิตร

3.4.1.3 หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3.4.1.4 ไตเตรตด้วย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

3.4.1.5 ไตเตรตจนสีของอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี จากสีเหลืองเป็นสีเขียว
จดปริมาณของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ไปคำนวณ ดังนี้

$$\text{TAN, mg KOH/g} = ((A-B) N \times 56.1) / W(g)$$

โดยที่ A = ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง

B = ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ใช้ไตเตรต

Titration Solvent (Blank)

N = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

W = น้ำหนักตัวอย่าง

56.1 = น้ำหนักโมเลกุลของ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

3.4.5 การทดสอบหาน้ำโดยวิธีการกลั่นด้วยตัวทำละลาย ตามมาตรฐาน ASTM D95

3.4.5.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจำนวน 100 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.4.5.2 เติมตัวทำละลายไซรีน (Xylene) หรือ โทลูอีน (Toluene) ลงไป 50 มิลลิลิตร และ 25 มิลลิลิตร 2 ครั้ง นำไปกลั่นแบบย้อนกลับ (Reflux) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.4.5.3 ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง อ่านค่าปริมาณน้ำที่กลั่นได้

$$\% \text{น้ำ} = (\text{ปริมาตรน้ำที่อ่านได้ (ml)} / \text{น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม (g)}) \times 100$$

3.4.6 การทดสอบหาเถ้า ตามมาตรฐาน ASTM D482

3.4.6.1. ชั่งตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ประมาณ 10-100 กรัม (ขึ้นอยู่กับปริมาณ เถ้าในตัวอย่าง) ลงในถ้วยใส่ตัวอย่าง

3.4.6.2. นำไปเผาด้วยตะเกียงก๊าซจนตัวอย่างเผาไหม้หมด

3.4.6.3. ทิ้งให้เย็น แล้วนำไปใส่เตาเผาที่อุณหภูมิ 775 ± 25 °C จนเป็นถ่าน ทำ
ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3.4.6.4 นำเผาซ้ำในเตาเผาที่อุณหภูมิ 775 ± 25 °C อีกครั้งประมาณ 20-30 นาที จนน้ำหนักคงที่

3.4.6.5 ชั่งน้ำหนักของถ้วยและถ้ำ เพื่อนำไปคำนวณ

$$\text{ถ้ำ, \% น้ำหนัก} = (\text{ถ้ำ (g)} / \text{น้ำหนักตัวอย่าง(g)}) \times 100$$

3.4.7 การทดสอบสีของน้ำมันหล่อลื่นตามมาตรฐาน ASTM D1500

3.4.7.1 เสียบปลั๊กเปิดเครื่องวัดสี (Colorimeter)

3.4.7.2 เทน้ำกลั่นลงในหลอดใส่ตัวอย่างสูงประมาณ 50 มิลลิลิตร นำไปใส่ในเครื่องวัดสีทางช่องขวามือและซ้ายมือซึ่งเป็นสีมาตรฐาน

3.4.7.3 นำหลอดตัวอย่างอีกอันหนึ่งใส่ตัวอย่างน้ำมันให้มีความสูงประมาณ 50 มิลลิลิตร ทางช่องตรงกลางเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน

3.4.7.4 รายงานผลของสีตัวอย่าง เทียบกับสีมาตรฐาน โดย

ถ้าสีตัวอย่างตรงกับสีมาตรฐานใดให้อ่านค่าสีมาตรฐานนั้น เช่น อ่านได้

7.5 ให้รายงานว่า 7.5 ASTM Color

ถ้าสีตัวอย่างอยู่ระหว่าง 2 สีมาตรฐาน เช่น 7 กับ 7.5 ให้รายงานว่าน้อยกว่าสีมาตรฐานที่เข้มกว่า โดยใช้ L (Lighter Than) นำหน้า คือ L 7.5 ASTM Color

ถ้าตัวอย่างมีสีเข้มกว่า 8 ซึ่งเป็นมาตรฐานสูงสุด ให้แจ้งจางด้วยน้ำมันก๊าด

3.4.8 การทดสอบหาคาร์บอน ตามมาตรฐาน ASTM D4530

3.4.8.1. ชั่งตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นใส่หลอดแก้ว ประมาณ 1-2 กรัม (สำหรับน้ำมันหล่อลื่น)

3.4.8.2. นำไปวางในช่องใส่หลอดแก้วตัวอย่าง แล้วนำไปใส่ในเครื่องทดสอบหาคาร์บอน

3.4.8.3. เปิดเครื่องทดสอบหาคาร์บอน (Micro Carbon Residue Tester : Model .ARC-M3) เครื่องจะทำงานอัตโนมัติใช้เวลาประมาณ 1.5 ชั่วโมง

3.4.8.4 หลังจากเครื่องทำงานเสร็จ นำตัวอย่างทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ประมาณ 1 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

3.4.8.5 ชั่งน้ำหนักของหลอดทดสอบและตัวอย่างหลังทดสอบ และคำนวณหาปริมาณคาร์บอน ดังนี้

$$\text{คาร์บอน, \% น้ำหนัก} = (\text{คาร์บอน (g)} / \text{น้ำหนักตัวอย่าง(g)}) \times 100$$

3.4.9 การทดสอบหาจุดไหลเท ตามมาตรฐาน ASTM D 97

3.4.9.1 เทตัวอย่างใส่หลอดแก้วทดสอบเท่าขีดระดับ (45 มิลลิลิตร) เสียบเทอร์โมมิเตอร์เข้ากับหลอดทดสอบ

3.4.9.2 นำหลอดแก้วทดสอบใส่อ่างทดสอบ

3.4.9.3 เปิดสวิตช์เครื่องทดสอบจุดไหลเทให้เครื่องทำความเย็นทำงาน

3.4.9.4 ปรับอุณหภูมิของอ่างทดสอบให้อุณหภูมิเพื่อขึ้นเรื่อยๆ จาก 0 °C , -18 °C-33 °C, -51 °C, -69 °C

3.4.9.5 กำหนดจุดคาดการณ์ เมื่ออุณหภูมิของตัวอย่างสูง 9 °C เหนือจุดคาดการณ์ ให้ยกหลอดแก้วขึ้นจากอ่างทดสอบ เอียงหลอดแก้วทดสอบ ทุกๆ อุณหภูมิตัวอย่างที่ลดลง 3 °C ถ้าตัวอย่างยังไหลได้ให้ใส่ตัวอย่างคืนสู่อ่างทดสอบเหมือนเดิม

3.4.9.6 กระทำซ้ำทุกๆ อุณหภูมิตัวอย่างที่ลดลง 3 °C จนกระทั่งตัวอย่างเป็นไขแข็งตัวทั้งหมด และเอียงหลอดแก้วทดสอบแนวระนาบกับพื้น เป็นเวลา 5 วินาที ตัวอย่างไม่มีการไหลหยุดการทดสอบ

3.4.9.7 การรายงานผล ใช้อุณหภูมิสุดท้ายที่ตัวอย่างเป็นไขแข็งและบวกเพิ่มอีก 3 °C

3.4.10 การทดสอบหากากซัลเฟต ตามมาตรฐาน ASTM D874

3.4.10.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ประมาณ 5-10 กรัม ลงในถ้วยใส่ตัวอย่าง

3.4.10.2 นำไปเผาด้วยตะเกียงก๊าซจนตัวอย่างเผาไหม้หมด

3.4.10.3 ทิ้งให้เย็น จึงหยดกรดซัลฟริกลงไปพอชื้นจนทั่ว แล้วนำไปเผาด้วยตะเกียงก๊าซ เมื่อเผาหมดแล้วจึงนำไปใส่เตาเผาที่อุณหภูมิ 775±25 °C

3.4.10.4 นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำประมาณ 3 หยด และกรดซัลฟริกที่ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 อีก 10 หยด นำไปเผาเหมือนข้อ 3.4.10.2 แล้วเอาออกทิ้งให้เย็นในหม้อดูดความชื้น

3.4.10.5 ชั่งน้ำหนักของถ้วยและกากซัลเฟต เพื่อนำไปคำนวณ

$$\text{กากซัลเฟต, \% น้ำหนัก} = (\text{กากซัลเฟต (g)} / \text{น้ำหนักตัวอย่าง(g)}) \times 100$$

3.5 การส่งตัวอย่างทดสอบ

3.5.1 บริษัท โปรดักส์ ดีเวลลอปเม้นท์ เมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด ส่งทดสอบคุณลักษณะของน้ำมัน คือ ทดสอบการกัดกร่อนทองแดง ที่อุณหภูมิ 100 °C ตามมาตรฐาน ASTM D130 และปริมาณกำมะถันร้อยละโดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM D4294 หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า

4.การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองและทดสอบดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ผ่านการบำบัด เปรียบเทียบกับผลการทดสอบก่อนการบำบัด และเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่ต้องการตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1438-2540 ด้านคุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี ดังต่อไปนี้

4.2.1 ความหนืดคินแมติกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 5 เซนติสโตกส์

4.2.2 ดัชนีความหนืด ไม่น้อยกว่า 92

4.2.3 จุดวาบไฟ ไม่น้อยกว่า 180 องศาเซลเซียส

4.2.4 ความเป็นกรด ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม

4.2.5 น้ำ ไม่เกิน 0.05 ร้อยละโดยปริมาตร

4.2.6 เถ้า ไม่เกิน 0.01 ร้อยละโดยปริมาตร

4.2.7 สี ไม่เกิน เบอร์ 6

4.2.8 กากคาร์บอน (วิธีคอนราตสัน) ไม่เกิน 0.9 ร้อยละโดยน้ำหนัก

4.2.9 จุดไหลเท ไม่เกิน -6 องศาเซลเซียส

4.2.10 กำมะถัน ไม่เกิน 1 ร้อยละโดยน้ำหนัก

4.2.11 กากซัลเฟต ไม่เกิน 0.05 ร้อยละโดยน้ำหนัก

4.2.12 การกัดกร่อนทองแดง ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต้องไม่เกินแผ่นทองแดงอ้างอิงเบอร์ 1b

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการบำบัด เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ใช้น้ำบำบัด โดยคำนวณค่าออกมาเป็นร้อยละโดยปริมาตร

$$\text{ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการบำบัด} = \frac{\text{ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการบำบัด}}{\text{ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้บำบัด}} \times 100$$

ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากการบำบัดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วโดยวิธีการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว และทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ (มอก.1438-2540) โดยการทดลองและทดสอบคุณลักษณะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด
2. การบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว
3. การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัด
4. การหาปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้หลังจากการบำบัด

1. การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด

การทดลองบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วด้วยกรดและดินเหนียว เริ่มจากการเก็บตัวอย่าง น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายๆ แห่ง แล้วนำมาผสมกันให้ได้ 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร โดยไม่จำกัดเบอร์ความหนืดและความสกปรกของน้ำมันตัวอย่าง แล้วนำมาทดสอบคุณลักษณะทั้งก่อนและหลังผ่านกระบวนการบำบัด โดยการทดสอบคุณลักษณะเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM ทั้งหมด 12 รายการ คือ คุณลักษณะทางด้านความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ค่าความเป็นกรดรวม ปริมาณน้ำ ปริมาณแอสฟัลต์ คาร์บอน จุกไหลเท กากซัลเฟต ทำการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการของบริษัทวิทยาคอร์ป โปรดักส์ จำกัด ส่วนปริมาณกำมะถัน และการกัดกร่อนทองแดง ส่งทดสอบยังห้องปฏิบัติการของบริษัท โปรดักส์ ดีเวลลอปเม้นท์ เมนูแฟคเจอร์รี่ จำกัด ตามเอกสารประกอบการทดสอบในภาคผนวก ค. ซึ่งการทดสอบคุณลักษณะ น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด ได้ผลการทดสอบดังนี้

1.1 การทดสอบความหนืดที่อุณหภูมิ 40 °C และ 100 °C ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D445 ผลการทดสอบน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่างที่เก็บมามีค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 100 °C ไม่น้อยกว่า 5 เซนติสโตก (cSt)

1.2 การหาค่าดัชนีความหนืด ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D2270 โดยนำค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 40 °C และ 100 °C จากข้อ 1.1 มาเข้าโปรแกรมหาค่าดัชนีความหนืดซึ่งค่าดัชนีความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าไม่ต่ำกว่า 92

1.3 การทดสอบจุดวาบไฟ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D92 จุดวาบไฟของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าไม่ต่ำกว่า 180°C

1.4 การทดสอบค่าความเป็นกรดรวม ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D974 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัด มีค่าความเป็นกรดเกิน 0.05 มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง

1.5 การทดสอบหาปริมาณน้ำ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D95 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดมีปริมาณน้ำเกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก ในตัวอย่างที่ 2,4,5,7,10 ส่วนตัวอย่างที่ 1,3,6,8,9 ไม่มีปริมาณน้ำในตัวอย่าง

1.6 การทดสอบหาปริมาณเถ้า ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D482 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัดมีปริมาณเถ้าเกินร้อยละ 0.01 โดยน้ำหนัก

1.7 การทดสอบความเข้มข้นของสี ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D1500 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัด มีสีไม่เกินเบอร์ 6.0

1.8 การทดสอบหาปริมาณกากคาร์บอน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4530 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัด มีปริมาณกากคาร์บอน ไม่เกินร้อยละ 0.9 โดยน้ำหนัก

1.9 การทดสอบจุดไหลเท ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D97 จุดไหลเทของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัด มีค่าไม่เกิน -6°C

1.10 การทดสอบหาปริมาณกำมะถัน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4294 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัด มีปริมาณกำมะถันไม่เกินร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก

1.11 การทดสอบหากากซัลเฟต ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D874 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัด มีปริมาณกากซัลเฟต เกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก

1.12 การทดสอบการกัดกร่อนทองแดง ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D130 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัด ณ.ที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง การกัดกร่อนทองแดงอยู่ที่ 1a ไม่เกินเบอร์ 1b

จากการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง ทางด้าน ความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ความเป็นกรด ปริมาณน้ำ ปริมาณเถ้า สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน กากซัลเฟต และการกัดกร่อนทองแดง ได้ผลการทดสอบตามตาราง 4

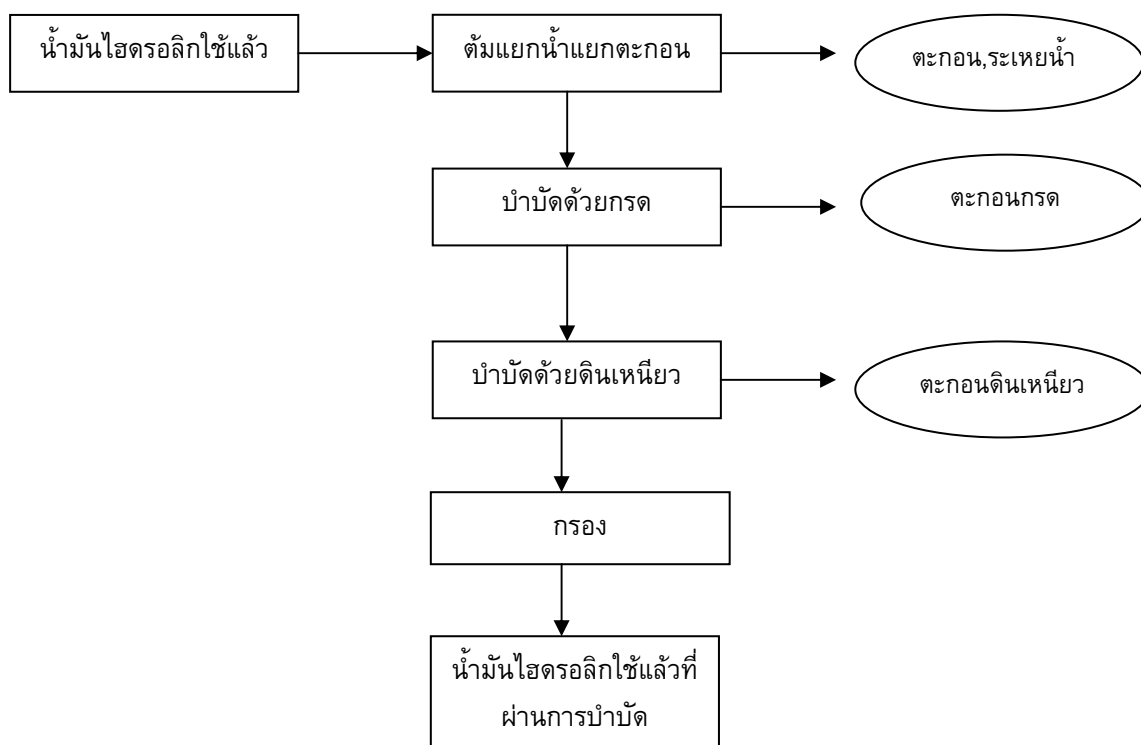
ตาราง 4 แสดงผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด

คุณลักษณะที่ทดสอบ	ผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ความหนืด -ที่อุณหภูมิ 40°C	57.83	62.07	65.31	41.28	50.85	69.10	63.86	85.47	68.29	58.28
-ที่อุณหภูมิ 100°C	7.97	8.30	8.56	6.48	7.51	8.86	8.44	10.25	8.79	7.97
2. ค่าดัชนีความหนืด	104	105	102	107	110	101	102	102	101	103
3. จุลวาทไฟ องศาเซลเซียส	234	238	240	230	234	242	240	254	240	234
4. ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมของโพแทส เซียมไฮดรอกไซด์ ต่อกรัมของตัวอย่าง	0.55	0.14	0.57	0.39	0.54	0.34	0.52	0.45	0.27	0.51
5. ปริมาณน้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.00	0.80	0.00	0.15	0.25	0.00	0.10	0.00	0.00	0.45
6. เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.200	0.144	0.742	0.112	0.125	0.122	0.132	0.119	0.153	0.180
7. ความเข้มของสี เอ เอส ที เอ็ม	L3.5	L2.5	4.0	2.0	3.0	1.5	3.0	2.5	L2.5	L3.5
8. กากคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.182	0.114	0.199	0.181	0.244	0.213	0.241	0.223	0.219	0.245
9. จุดไหลเท องศาเซลเซียส	-15	-30	-19	-29	-29	-23	-8	-10	-25	-28
10. กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.474	0.751	0.584	0.528	0.437	0.719	0.465	0.484	0.756	0.504
11. กากซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.119	0.127	0.137	0.108	0.114	0.098	0.104	0.082	0.116	0.107
12. การกัดกร่อน ทองแดง (อุณหภูมิ 100 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง)	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a

จากตาราง 4 สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบได้ว่า น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนบำบัด มีคุณลักษณะทางด้าน ความหนืด ดัชนีความหนืด จุลวาทไฟ สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน การกัดกร่อนทองแดง ผ่านตามมาตรฐาน มอก.1438-2540 ส่วนค่าความเป็นกรด ปริมาณน้ำ ปริมาณเถ้า กากซัลเฟต ไม่ผ่านตามมาตรฐาน มอก. 1438-2540

2. การบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว

กระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วด้วยกรดและดินเหนียว เป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก โดยมีกระบวนการโดยสรุปดังนี้



ภาพประกอบ 21 กระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วด้วยกรดและดินเหนียว

จากการทดลองบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วด้วยกรดและดินเหนียว พบว่าในขั้นตอนแรกซึ่งเป็นการต้มเพื่อแยกน้ำและตะกอนออก น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่เกินตะกอนแต่มีการระเหยแยกน้ำออก ทำให้น้ำมันใสขึ้น และเมื่อเติมกรดอย่างช้าๆ ทุก 15 นาที ภายในเวลา 1 ชั่วโมง น้ำมันเริ่มมีสีเข้มขึ้นเรื่อยๆ จนเป็นสีดำ หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จะเกิดตะกอนกรดสีดำนอนก้นแยกชั้น ถ้าย่น้ำมันส่วนบนไปให้ความร้อนอุณหภูมิอยู่ในช่วง 140-150°C พร้อมทั้งค่อยๆ เติมดินเหนียวไปเรื่อยๆ ดินเหนียวจะถูกกวนปั่นไปพร้อมกับน้ำมันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ดินเหนียวจะตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน สำหรับช่วงนี้ถ้าตัวอย่างมีความสกปรกมาก การตกตะกอนอาจต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็น 48 ชั่วโมง หรืออาจเพิ่มปริมาณกรดและดินเหนียว เมื่อน้ำมันแยกชั้นส่วนล่างเป็นดินเหนียวส่วนบนเป็นน้ำมันที่ผ่านการบำบัด กรองน้ำมันส่วนบน พร้อมทั้งวัดปริมาณน้ำมันที่ได้ แล้วจึงนำไปทดสอบคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เพื่อเปรียบเทียบผลของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้งก่อนและหลังการบำบัด

3. การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังบำบัด

หลังจากนำน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว มาผ่านกระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว พร้อมทั้งกรองและวัดปริมาตร นำมาทดสอบคุณลักษณะหลังการบำบัด โดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM ซึ่งผลการทดสอบตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ได้ค่าเฉลี่ย ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว

คุณลักษณะที่ทดสอบ	มาตรฐาน มอก 1438-2540	การทดสอบคุณลักษณะน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว		
		ค่าเฉลี่ย (ตัวอย่างที่ 1 -10)		ผลการทดสอบหลังการบำบัด
		ก่อน	หลัง	
1. ความหนืด -ที่อุณหภูมิ 40°C	-	62.23	60.53	ผ่านตามมาตรฐาน
-ที่อุณหภูมิ 100°C	ไม่น้อยกว่า 5	8.31	8.14	
2. ค่าดัชนีความหนืด	ไม่น้อยกว่า 92	104	103	ผ่านตามมาตรฐาน
3. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส	ไม่น้อยกว่า 180	239	238	ผ่านตามมาตรฐาน
4. ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมของโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของ ตัวอย่าง	ไม่เกิน 0.05	0.43	0.12	ไม่ผ่านตามมาตรฐาน
5. ปริมาณน้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 0.05	0.18	0.00	ผ่านตามมาตรฐาน
6. เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 0.01	0.203	0.061	ไม่ผ่านตามมาตรฐาน
7. ความเข้มข้นของสี เอ เอส ที เอ็ม	ไม่เกิน 6	-	-	ผ่านตามมาตรฐาน
8. กากคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 0.90	0.206	0.046	ผ่านตามมาตรฐาน
9. จุดไหลเท องศาเซลเซียส	ไม่เกิน -6	-22	-9	ผ่านตามมาตรฐาน
10. กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 1.0	0.570	0.449	ผ่านตามมาตรฐาน
11. กากซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 0.05	0.111	0.030	ผ่านตามมาตรฐาน

12. การกักกรองทองแดง อุณหภูมิ 100 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	ไม่เกิน 1b	ตัวอย่าง 1-10 1a	2c,1b,2c, 1b,2a,2c, 4a,1b,2c, 4a	-ผ่านตามมาตรฐาน ตัวอย่าง ที่ 2,4,8 -ไม่ผ่านตามมาตรฐาน ตัวอย่างที่ 1,3,5,6,7,9,10
---	------------	------------------------	---	---

จากตาราง 5 สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบได้ว่า น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัด มีคุณลักษณะทางด้าน ความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ปริมาณน้ำ สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถันผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก.1438-2540 ส่วนความเป็นกรด ปริมาณ เถ้า ไม่ผ่านตามมาตรฐาน มอก.1438-2540 และการกักกรองทองแดงผ่านตามมาตรฐาน มอก.1438-2540 เพียง 3 ตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การทดสอบความหนืดที่อุณหภูมิ 40 °C และ 100 °C ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D445 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังผ่านการบำบัด มีค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 100 °C เฉลี่ย 8.14 เซนติสโตก (cSt) ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.2 การหาค่าดัชนีความหนืดตามวิธีมาตรฐาน ASTM D2270 ค่าดัชนีความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าดัชนีความหนืดเฉลี่ย 103 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 92 ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.3 การทดสอบจุดวาบไฟ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D92 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าจุดวาบไฟเฉลี่ย 238 °C ซึ่งไม่ต่ำกว่า 180°C ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.4 การทดสอบค่าความเป็นกรดรวม ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D974 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังการบำบัด มีค่าความเป็นกรดเฉลี่ย 0.12 มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

3.5 การทดสอบหาปริมาณน้ำ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D95 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีน้ำในตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.6 การทดสอบหาปริมาณเถ้า ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D482 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังการบำบัดมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.061 โดยน้ำหนัก เกินเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

3.7 การทดสอบความเข้มของสี ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D1500 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังการบำบัด มีสีไม่เกินเบอร์ 6.0 และมีสีใสขึ้นประมาณ 1.5-2.0 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันก่อนการบำบัด ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.8 การทดสอบหาปริมาณกากคาร์บอน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4530 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังการบำบัดมีปริมาณกากคาร์บอนเฉลี่ย 0.046 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.9 การทดสอบจุดไหลเท ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D97 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังการบำบัด มีค่าจุดไหลเทเฉลี่ย -9°C ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.10 การทดสอบหาปริมาณกำมะถัน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4294 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังการบำบัด มีปริมาณกำมะถันเฉลี่ยร้อยละ 0.449 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.11 การทดสอบหากากซัลเฟต ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D874 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง หลังการบำบัด มีปริมาณกากซัลเฟตเฉลี่ยร้อยละ 0.030 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด

3.12 การทดสอบการกัดกร่อนทองแดง ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D130 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัด การกัดกร่อนทองแดงของตัวอย่างที่ 2,4,8 ไม่เกินเบอร์ 1b ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนด ส่วนตัวอย่างที่ 1,3,5,6,7,9,10 เกิน 1b ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

จากค่าเฉลี่ยผลการทดสอบคุณลักษณะ ทั้ง 12 รายการ สามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้งก่อนและหลังการบำบัด ของตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง กับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกณฑ์กำหนดประเภท ก. และ ข. ได้ดังตาราง 6 และ ตาราง 7

ตาราง 6 ผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกณฑ์กำหนดประเภท ก.

ผลการทดสอบ คุณลักษณะของน้ำมัน ไฮดรอลิกใช้แล้วก่อน และหลังการบำบัด		คุณลักษณะที่ทดสอบ												
		1. ความหนืด -ความหนืดที่ 40 °C	-ความหนืดที่ 100 °C	2. ค่าดัชนีความหนืด	3. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส	4. ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมของโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของ ตัวอย่าง	5. ปริมาณน้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก	6. เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก	7. ความเข้มข้นของสี เอ เอส ที เอ็ม	8. การคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก	9. จุดไหลเท องศาเซลเซียส	10. กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก	11. การกัดเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก	12. การกัดกร่อนทองแดง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
มาตรฐานมอก. 1438- 2540			ไม่น้อยกว่า 5	ไม่น้อยกว่า 92	ไม่น้อยกว่า 180	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.01	ไม่เกิน 6	ไม่เกิน 0.90	ไม่เกิน -6	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 1b
ตัวอย่างที่ 1.	ก่อน	57.83	7.97	104	234	0.55	0.00	0.200	L3.5	0.182	-15	0.474	0.119	1a
	หลัง	56.84	7.88	104	236	0.09	0.00	0.053	L1.5	0.085	-9	0.334	0.024	2c
ตัวอย่างที่ 2.	ก่อน	62.07	8.30	102	238	0.14	0.80	0.144	L2.5	0.144	-30	0.751	0.127	1a
	หลัง	59.54	8.18	106	238	0.10	0.00	0.031	L1.0	0.111	-8	0.676	0.017	1b
ตัวอย่างที่ 3.	ก่อน	65.31	8.56	102	240	0.57	0.00	0.742	3.5	0.199	-19	0.584	0.137	1a
	หลัง	65.00	8.44	102	240	0.13	0.00	0.192	L1.0	0.047	-8	0.405	0.057	2c
ตัวอย่างที่ 4.	ก่อน	41.28	6.48	107	230	0.39	0.15	0.112	2.0	0.181	-29	0.528	0.108	1a
	หลัง	41.07	6.40	104	230	0.10	0.00	0.066	0.5	0.008	-8	0.351	0.043	1b
ตัวอย่างที่ 5.	ก่อน	50.85	7.51	110	234	0.54	0.25	0.125	3.0	0.244	-29	0.437	0.110	1a
	หลัง	50.08	7.40	109	230	0.16	0.00	0.032	1.0	0.054	-10	0.417	0.022	2a

ตาราง 6 ผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกณฑ์กำหนดประเภท ก.(ต่อ)

ผลการทดสอบ คุณลักษณะของน้ำมัน ไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนและ หลังการบำบัด		คุณลักษณะที่ทดสอบ												
		1. ความหนืด -ความหนืดที่ 40 °C	2. ความหนืดที่ 100 °C	3. ค่าดัชนีความหนืด	4. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส	5. ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมของโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของ ตัวอย่าง	6. ปริมาณน้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก	7. เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก	8. ความเข้มข้นของสี เอ เอส ที เอ็ม	9. การคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก	10. จุดไหลเท องศาเซลเซียส	11. กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก	12. กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก	13. การกัดกร่อนทองแดง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
มาตรฐานมอก. 1438- 2540		-	ไม่น้อยกว่า 5	ไม่น้อยกว่า 92	ไม่น้อยกว่า 180	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.01	ไม่เกิน 6	ไม่เกิน 0.90	ไม่เกิน -6	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 1b
ตัวอย่างที่ 6.	ก่อน	69.10	8.86	101	242	0.34	0.00	0.122	1.5	0.213	-23	0.719	0.098	1a
	หลัง	64.72	8.57	103	238	0.11	0.00	0.042	L1.0	0.032	-9	0.564	0.020	2c
ตัวอย่างที่ 7.	ก่อน	63.86	8.44	102	240	0.52	0.10	0.132	3.0	0.241	-8	0.465	0.104	1a
	หลัง	63.12	8.34	101	240	0.15	0.00	0.039	1.0	0.031	-9	0.379	0.035	4a
ตัวอย่างที่ 8.	ก่อน	85.47	10.25	102	254	0.45	0.00	0.119	2.5	0.223	-10	0.484	0.082	1a
	หลัง	83.55	10.01	99	254	0.10	0.00	0.022	L1.5	0.039	-8	0.346	0.019	1b
ตัวอย่างที่ 9.	ก่อน	68.29	8.79	101	240	0.27	0.00	0.153	L2.5	0.219	-25	0.756	0.116	1a
	หลัง	65.26	8.45	99	238	0.10	0.00	0.065	L1.0	0.008	-8	0.599	0.034	2c
ตัวอย่างที่ 10.	ก่อน	58.28	7.97	103	234	0.51	0.45	0.180	L3.5	0.245	-28	0.504	0.107	1a
	หลัง	56.14	7.70	100	236	0.11	0.00	0.072	L1.5	0.045	-13	0.415	0.025	4a

ตาราง 7 ผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกณฑ์กำหนดประเภท ข.

ผลการทดสอบ คุณลักษณะของน้ำมัน ไฮดรอลิกใช้แล้วก่อน และหลังการบำบัด		คุณลักษณะที่ทดสอบ												
		1. ความหนืด -ความหนืดที่ 40 °C	ความหนืดที่ 100 °C	2. ค่าดัชนีความหนืด	3. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส	4. ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมของโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของ ตัวอย่าง	5. ปริมาณน้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก	6. เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก	7. ความเข้มข้นของสี เอ เอส ที เอ็ม	8. การคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก	9. จุดไหลเท องศาเซลเซียส	10. กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก	11. การกัดกร่อน ร้อยละโดยน้ำหนัก	12. การกัดกร่อนทองแดง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
มาตรฐานมอก. 1438- 2540			ไม่น้อยกว่า 5		ไม่น้อยกว่า 170	ไม่เกิน 1.00	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.20						ไม่เกิน 1b
ตัวอย่างที่ 1.	ก่อน	57.83	7.97	104	234	0.55	0.00	0.200	L3.5	0.182	-15	0.474	0.119	1a
	หลัง	56.84	7.88	104	236	0.09	0.00	0.053	L1.5	0.085	-9	0.334	0.024	2c
ตัวอย่างที่ 2.	ก่อน	62.07	8.30	102	238	0.14	0.80	0.144	L2.5	0.144	-30	0.751	0.127	1a
	หลัง	59.54	8.18	106	238	0.10	0.00	0.031	L1.0	0.111	-8	0.676	0.017	1b
ตัวอย่างที่ 3.	ก่อน	65.31	8.56	102	240	0.57	0.00	0.742	3.5	0.199	-19	0.584	0.137	1a
	หลัง	65.00	8.44	102	240	0.13	0.00	0.192	L1.0	0.047	-8	0.405	0.057	2c
ตัวอย่างที่ 4.	ก่อน	41.28	6.48	107	230	0.39	0.15	0.112	2.0	0.181	-29	0.528	0.108	1a
	หลัง	41.07	6.40	104	230	0.10	0.00	0.066	0.5	0.008	-8	0.351	0.043	1b
ตัวอย่างที่ 5.	ก่อน	50.85	7.51	110	234	0.54	0.25	0.125	3.0	0.244	-29	0.437	0.110	1a
	หลัง	50.08	7.40	109	230	0.16	0.00	0.032	1.0	0.054	-10	0.417	0.022	2a

ตาราง 7 ผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกณฑ์กำหนดประเภท ข.(ต่อ)

ผลการทดสอบ คุณลักษณะของน้ำมัน ไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนและ หลังการบำบัด		คุณลักษณะที่ทดสอบ												
		1. ความหนืด -ความหนืดที่ 40 °C	-ความหนืดที่ 100 °C	2. ค่าดัชนีความหนืด	3. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส	4. ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมของโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของ ตัวอย่าง	5. ปริมาณน้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก	6. เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก	7. ความเข้มข้นของสี เอ เอส ที เอ็ม	8. กากคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก	9. จุดไหลเท องศาเซลเซียส	10. กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก	11. กากซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก	12. การกัดกร่อนทองแดง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
มาตรฐานมอก. 1438- 2540		-	ไม่น้อยกว่า 5	-	ไม่น้อยกว่า 170	ไม่เกิน 1.00	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.20	-	-	-	-	-	ไม่เกิน 1b
ตัวอย่างที่ 6.	ก่อน	69.10	8.86	101	242	0.34	0.00	0.122	1.5	0.213	-23	0.719	0.098	1a
	หลัง	64.72	8.57	103	238	0.11	0.00	0.042	L1.0	0.032	-9	0.564	0.020	2c
ตัวอย่างที่ 7.	ก่อน	63.86	8.44	102	240	0.52	0.10	0.132	3.0	0.241	-8	0.465	0.104	1a
	หลัง	63.12	8.34	101	240	0.15	0.00	0.039	1.0	0.031	-9	0.379	0.035	4a
ตัวอย่างที่ 8.	ก่อน	85.47	10.25	102	254	0.45	0.00	0.119	2.5	0.223	-10	0.484	0.082	1a
	หลัง	83.55	10.01	99	254	0.10	0.00	0.022	L1.5	0.039	-8	0.346	0.019	1b
ตัวอย่างที่ 9.	ก่อน	68.29	8.79	101	240	0.27	0.00	0.153	L2.5	0.219	-25	0.756	0.116	1a
	หลัง	65.26	8.45	99	238	0.10	0.00	0.065	L1.0	0.008	-8	0.599	0.034	2c
ตัวอย่างที่ 10.	ก่อน	58.28	7.97	103	234	0.51	0.45	0.180	L3.5	0.245	-28	0.504	0.107	1a
	หลัง	56.14	7.70	100	236	0.11	0.00	0.072	L1.5	0.045	-13	0.415	0.025	4a

4. การหาปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้จากการบำบัด

การทดลองบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วด้วยกรดและดินเหนียว ใช้น้ำมันตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร โดยแบ่งนำไปทดสอบคุณลักษณะ 2.5 ลิตร (2500 มิลลิลิตร) และอีกส่วนหนึ่งนำไปทำการบำบัด 2.5 ลิตร (2500 มิลลิลิตร) หลังจากทำการบำบัดวัดปริมาตรน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้ด้วยกระบอกตวง พบว่าน้ำมันตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ได้ปริมาณน้ำมันหลังการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 75.04

ตาราง 8 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้จากกระบวนการบำบัด

ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว ก่อนการบำบัด (ml.)	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว หลังการบำบัด (ml.)	ร้อยละโดยปริมาตรของ น้ำมันหล่อลื่นที่ได้ (%Vol)
1	2,500	2,060	82.40
2	2,500	1,790	71.60
3	2,500	1,860	74.40
4	2,500	1,840	73.60
5	2,500	1,820	72.80
6	2,500	1,910	76.40
7	2,500	1,810	72.40
8	2,500	1,820	72.80
9	2,500	2,000	80.00
10	2,500	1,850	74.00
เฉลี่ย	2,500	1,876	75.04

จากปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้จากกระบวนการบำบัด สามารถนำมาวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์และความคุ้มค่าของกระบวนการบำบัด ได้ดังนี้

น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่นำมาบำบัดจำนวน 2.5 ลิตร ราคาลิตรละ 10 บาท ต้นทุนประมาณ 25 บาท

กระบวนการบำบัดเสียค่าใช้จ่าย ประมาณ 5 บาท (ค่าวัตถุดิบในการบำบัด 2 บาท ค่ากระบวนการ 3 บาท)

ได้น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วจากกระบวนการบำบัด 1.876 ลิตร ราคาขายลิตรละประมาณ 18 บาท ราคาขายทั้งหมด 33.768 บาท

ได้ผลกำไร ประมาณ 3.3768 บาทต่อลิตร

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ข้างต้นเป็นการประมาณค่าใช้จ่ายและค่ากระบวนการ สำหรับราคาน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบจะมีราคาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณภาพและปริมาณการซื้อ รวมทั้งกระบวนการผลิตถ้าผลิตต่อครั้งจำนวนมากราคาก็จะถูกลง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การทดลองบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว โดยวิธีการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว ผู้ทดลองได้ดำเนินการตามหัวข้อดังนี้ คือ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังจากผ่านกระบวนการบำบัดโดยใช้กรดและดินเหนียว โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใช้ใหม่ (มอก.1438-2540)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยไม่จำกัดเบอร์
ความหนืดและความสกปรกของน้ำมัน

กลุ่มตัวอย่าง คือ น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ คือ น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วจำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร ชุดบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ซึ่งประกอบด้วย เตาไฟฟ้าแท่งแม่เหล็กกวน ปีกเกอร์ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องกรองสูญญากาศ กระจาดกรอง กระบอกตวง และเครื่องมือทดสอบ ความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ความเป็นกรด ปริมาณน้ำ ปริมาณกำมะถัน สีกากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน และการกัดกร่อนทองแดง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษากระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วด้วยกรดและดินเหนียว ได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยไว้ดังนี้

- 1.การเก็บตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม
- 2.การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัด
- 3.การบำบัดตามขั้นตอนกระบวนการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว
- 4.การกรองและวัดปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัด
- 5.การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัด

การวิเคราะห์ข้อมูล

น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่นำมาบำบัดเก็บมาจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วๆ ไป โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ลิตร ทุกตัวอย่างแบ่งมาทดสอบก่อนบำบัด 2.5 ลิตร และอีก 2.5 ลิตร นำมาบำบัด โดยน้ำมันทั้งก่อนและหลังบำบัดได้นำมาทดสอบคุณลักษณะทั้งหมด 12 รายการ คือ ค่าความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ความเป็นกรด ปริมาณน้ำ ปริมาณแฉะ สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน กากซัลเฟต และการกัดกร่อนทองแดง

ส่วนการวัดปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัด ใช้กระบอกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร ตวงปริมาตรของน้ำมันตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนการบำบัดที่ใช้ จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ที่ได้

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วก่อนและหลังการบำบัด

ผลการทดสอบคุณลักษณะน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้งก่อนและหลังการบำบัด ตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมด 12 รายการ จากตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง จากการทดสอบพบว่า คุณลักษณะทางด้านความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ปริมาณน้ำ สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1438-2540) ทั้งก่อนและหลังบำบัด สำหรับค่าความเป็นกรดและปริมาณแฉะ ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบทั้งก่อนและหลังการบำบัด ส่วนปริมาณกากซัลเฟตก่อนบำบัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ และการกัดกร่อนทองแดงก่อนการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเป็นเพียง 3 ตัวอย่าง อีก 7 ตัวอย่าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ ทำให้น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้ทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่ผ่านมาตรฐาน มอก. 1438-2540 เกณฑ์กำหนดประเภท ก. แต่ผ่านเกณฑ์กำหนดประเภท ข. ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในงานหยอดทั้ง งานหล่อลิ้นโซ่ หรือทาไม้แบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบความหนืดที่อุณหภูมิ 100 °C ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D445 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 5 เซนติสโตก น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 100 °C ก่อนการบำบัดเฉลี่ย 8.31 หลังการบำบัดเฉลี่ย 8.14 เซนติสโตก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

2. การหาค่าดัชนีความหนืดตามวิธีมาตรฐาน ASTM D227 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 92 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าดัชนีความหนืดก่อนการบำบัดเฉลี่ย 104 หลังการบำบัดเฉลี่ย 103 ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

3. การทดสอบจุดวาบไฟ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D92 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 180°C น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าจุดวาบไฟก่อนการบำบัดเฉลี่ย 239 °C หลังการบำบัดเฉลี่ย 238 °C ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

4. การทดสอบค่าความเป็นกรดรวม ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D974 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมของโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่าความเป็นกรดก่อนการบำบัดเฉลี่ย 0.43 มิลลิกรัมของโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง หลังการบำบัดเฉลี่ย 0.12 มิลลิกรัมของโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

5. การทดสอบหาปริมาณน้ำ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D95 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง มีปริมาณน้ำในตัวอย่างก่อนการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.18 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดเฉลี่ย ร้อยละ 0.00 โดยน้ำหนัก ก่อนการบำบัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

6. การทดสอบหาปริมาณเถ้า ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D482 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 0.01 โดยน้ำหนัก น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัดมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.203 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.061 โดยน้ำหนัก ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

7. การทดสอบความเข้มของสี ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D1500 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 6 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนและหลังการบำบัด มีสีไม่เกินเบอร์ 6 ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

8. การทดสอบหาปริมาณกากคาร์บอน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4530 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 0.90 โดยน้ำหนัก น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัดมีปริมาณกากคาร์บอนเฉลี่ย 0.206 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณกากคาร์บอนเฉลี่ย 0.046 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

9. การทดสอบจุดไหลเท ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D97 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน -6°C น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัดมีจุดไหลเทเฉลี่ย -22°C หลังการบำบัดมีจุดไหลเทเฉลี่ย -9°C ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

10. การทดสอบหาปริมาณกำมะถัน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4294 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัดมีปริมาณกำมะถันเฉลี่ยร้อยละ 0.570 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณกำมะถันเฉลี่ยร้อยละ 0.449 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด

11. การทดสอบหากรดซัลเฟต ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D874 มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัดมีปริมาณกรดซัลเฟตเฉลี่ยร้อยละ 0.111 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณกรดซัลเฟตร้อยละ 0.030 โดยน้ำหนัก ซึ่งก่อนการบำบัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

12. การทดสอบการกัดกร่อนทองแดง ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D130 ทดสอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 1b น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้ง 10 ตัวอย่าง ก่อนการบำบัดด้วยการกัดกร่อนทองแดงได้ 1a ทุกตัวอย่างซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่หลังการบำบัด มีน้ำมันตัวอย่างที่ 2,4,8 ได้ค่า 1b ซึ่งผ่านตามมาตรฐาน ส่วนตัวอย่างที่ 1,3,5,6,7,9,10 ซึ่งได้ค่า 2c,2c,2a,2c,4a,2c,4a ตามลำดับ ไม่ผ่านตามมาตรฐาน

การหาปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้จากการบำบัด

ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้หลังผ่านการบำบัดทั้ง 10 ตัวอย่าง ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.04 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้ คือปริมาณน้ำมันที่ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

อภิปรายผลการวิจัย

กระบวนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วในงานวิจัยนี้ ใช้ น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วประเภทที่ผลิตจากน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลุ่มปิโตรเลียม โดยเก็บตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป เช่น โรงงานผลิตพลาสติก โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โรงงานผลิตสีย้อมผ้า โรงงานผลิตรองเท้า ฯลฯ โดยเก็บตัวอย่างจากหลายๆ แห่งแล้วนำมาผสมให้เข้ากัน โดยเริ่มจากนำน้ำมันมาต้มโดยใช้ อุณหภูมิ 100-120°C เพื่อไล่น้ำและกำจัดสิ่งเจือปนที่มีจุดเดือดต่ำออก ซึ่งในขั้นตอนนี้น้ำมัน ตัวอย่างไม่เกิดตะกอน เนื่องจากน้ำมันตัวอย่างที่เก็บมาไม่มีส่วนที่เป็นตะกอนหนักจากนั้นนำไป บำบัดต่อโดยใส่กรดซัลฟริกเข้มข้น เพื่อให้กรดทำปฏิกิริยากับสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน ฟาราฟิน หรือแนพทีน เพื่อเกิดเป็นตะกอนกรดและกำจัดออกซึ่งจะนำสิ่งสกปรกออกมาด้วย น้ำมัน ตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง เกิดตะกอนกรดทุกตัวอย่าง จากนั้นนำส่วนบนไปบำบัดต่อด้วยดินเหนียว ดินเหนียวจะมีคุณสมบัติในการดูดซับอนุภาคของโมเลกุลอื่นๆ จึงสามารถจับสิ่งสกปรก และดูดซับ สารที่มีสีได้ดี ในขั้นตอนนี้น้ำมันที่ได้จะมีสีใสขึ้นกว่าก่อนบำบัดประมาณ 1.5-2.0 หน่วย จากนั้น ทิ้งไว้ 24-48 ชั่วโมง ดินเหนียวจะตกตะกอนนำน้ำมันส่วนบนมารอง และวัดปริมาณน้ำมันที่ได้ และนำมาทดสอบคุณลักษณะตามมาตรฐาน มอก.1438-2540 ซึ่งเกณฑ์กำหนดประเภท ก. จะ ทดสอบคุณลักษณะทั้งหมด 12 รายการ คือ ความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ความเป็นกรด ปริมาณน้ำ ปริมาณกำมะถัน สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน กากซัลเฟต และ การกัดกร่อนทองแดง ส่วนเกณฑ์กำหนดประเภท ข. จะทำการทดสอบคุณลักษณะทั้งหมด 6 รายการ คือ ความหนืด จุดวาบไฟ ความเป็นกรด ปริมาณน้ำ ปริมาณกำมะถัน และการกัดกร่อน ทองแดง สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดประเภท ก. เป็นหลัก

จากผลการทดสอบ พบว่าคุณลักษณะทางด้านความหนืด ดัชนีความหนืด จุดวาบไฟ ปริมาณน้ำ สี กากคาร์บอน จุดไหลเท ปริมาณกำมะถัน ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม (มอก.1438-2540) ทั้งก่อนและหลังบำบัด สำหรับค่าความเป็นกรดและปริมาณกำมะถัน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบทั้งก่อนและหลังการบำบัด ส่วนปริมาณกากซัลเฟตก่อนบำบัด ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานส่วนหลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ การกัดกร่อนทองแดง

ก่อนการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ 3 ตัวอย่าง อีก 7 ตัวอย่าง ทำให้น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้ทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่ผ่านมาตรฐานมอก. 1438-2540 เกณฑ์กำหนดประเภท ก. แต่ผ่านเกณฑ์กำหนดประเภท ข. ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในงานหยอดทั้ง งานหล่อลื่นโซ่ หรือทาไม้แบบ ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบความหนืดที่อุณหภูมิ 100 °C ได้ค่าความหนืดของน้ำมันตัวอย่างก่อนการบำบัดเฉลี่ย 8.31 หลังการบำบัดเฉลี่ย 8.14 เซนติสโตก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด เพราะน้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ไป ส่วนมากมีมาตรฐานความหนืดอยู่ที่เบอร์ ISO ตั้งแต่ 32 46 68 100 หรือ 150 ซึ่งเมื่อเทียบเป็นความหนืดที่อุณหภูมิ 100 °C จะมีค่ามากกว่า 5 เซนติสโตก

2. การหาค่าดัชนีความหนืดตามวิธีมาตรฐาน ASTM D2270 ได้ค่าดัชนีความหนืดก่อนการบำบัดเฉลี่ย 104 หลังการบำบัดเฉลี่ย 103 ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด เนื่องจากน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่เป็นน้ำมันตัวอย่างในการทดลอง จะผลิตจากน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลุ่มฟาราฟินิก ซึ่งจะมีค่าดัชนีความหนืดอยู่ในช่วง 95-115 จึงเป็นผลทำให้น้ำมันที่บำบัดมีค่าดัชนีความหนืดสูงตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

3. การทดสอบจุดวาบไฟ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D92 ได้ค่าจุดวาบไฟก่อนการบำบัดเฉลี่ย 239 °C หลังการบำบัดเฉลี่ย 238 °C ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด การทดสอบจุดวาบไฟเป็นการหาอุณหภูมิที่น้ำมันระเหยกลายเป็นไอและสามารถวาบไฟได้ ซึ่งใช้บ่งบอกการเจือปนกับน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสารละลายที่มีจุดวาบไฟต่ำ จากผลการทดสอบแสดงว่าไม่มีการเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสารละลายที่มีจุดวาบไฟต่ำในน้ำมันตัวอย่างที่นำมาทดลอง

4. การทดสอบค่าความเป็นกรดรวม ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D974 ได้ค่าความเป็นกรดก่อนการบำบัดเฉลี่ย 0.43 มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง หลังการบำบัดเฉลี่ย 0.12 มิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด เนื่องจากน้ำมันไฮดรอลิกเมื่อผ่านการใช้งานไประยะหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดกรดอินทรีย์และสารอินทรีย์ พวก เอสเทอร์ ฟีนอล หรือเกลือของโลหะ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรด อีกทั้งสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันไฮดรอลิก เช่น สารป้องกันสนิม สารทำความสะอาด สารรับแรงกด หรือสารหน่วงปฏิกิริยา ล้วนมีคุณสมบัติเป็นกรด ประกอบกับกระบวนการบำบัดยังมีการใช้กรดซัลฟุริกเพื่อกำจัดสิ่งเจือปน และใช้ดินเหนียวทำให้ปริมาณกรดลดลง แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5. การทดสอบหาปริมาณน้ำ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D95 ได้ปริมาณน้ำในตัวอย่างก่อนการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.18 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดไม่มีน้ำในองค์ประกอบ สำหรับปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นในตัวอย่างก่อนการบำบัด อาจเกิดจากขณะใช้งานมีการรั่วไหลของน้ำเข้าสู่ระบบ หรือเกิดจากความชื้นในอากาศเข้าปะปนกับน้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้งานทำให้มีปริมาณในตัวอย่าง ส่วนขั้นตอน

หลังการบำบัดไม่มีน้ำในองค์ประกอบ เพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการบำบัดสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำจึงระเหยไปหมด

6. การทดสอบหาปริมาณเถ้า ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D482 ได้ปริมาณเถ้าในน้ำมันก่อนการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.203 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.061 โดยน้ำหนัก ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด เถ้าเกิดจากสารอินทรีย์ที่หลุดตกค้างจากการเผาไหม้ของน้ำมัน ซึ่งเป็นสารที่ไม่สามารถเผาไหม้หมดไปได้สารประกอบที่ทำให้เกิดเถ้ามาจากพวกเกลือของ เช่น โซเดียม แคลเซียม นิกเกิล เหล็ก ซิลิคอน ฯลฯ หรือของแข็งและสิ่งสกปรกที่เกิดจากการสึกหรอของเครื่องจักร ฝุ่นละออง เศษผง ปะปนลงไปในน้ำมันขณะเครื่องจักรทำงาน เป็นผลให้น้ำมันก่อนบำบัดมีปริมาณเถ้าเป็นจำนวนมาก โดยปกติน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานจะมีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 0.01 (มอก.1900-2542 :2) จากกระบวนการบำบัดน้ำมันมีปริมาณเถ้าลดลง แต่ยังไม่ผ่านมาตรฐานที่เทียบเท่ากับน้ำมันใหม่

7. การทดสอบความเข้มข้นของสี ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D1500 น้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว ทั้งก่อนและหลังการบำบัด มีสีผ่านมาตรฐานกำหนด การที่น้ำมันที่นำมาบำบัดมีสีผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานแม้ยังไม่ได้บำบัด เกิดจากน้ำมันตัวอย่างที่นำมาบำบัดได้เก็บจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเปลี่ยนถ่ายตามระยะเวลาการใช้งาน และเก็บมาโดยตรงจากเครื่องจักรที่ใช้งาน และสีของน้ำมันไฮดรอลิกก่อนใช้งานจะมีสีอ่อนมากคืออยู่ในช่วง 0.5-2.0 เมื่อผ่านการใช้งานไประยะหนึ่งสีจึงยังคงอยู่ในมาตรฐาน ส่วนน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วหลังการบำบัดมีสีสูงขึ้น เนื่องจากดินเหนียวที่ใช้บำบัด ได้มีการแลกเปลี่ยนอนุมูลและดูดซับโมเลกุลสิ่งเจือปนต่างๆ ไว้ที่ผิว

8. การทดสอบหาปริมาณกากคาร์บอน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4530 ได้ปริมาณกากคาร์บอนก่อนการบำบัดมีเฉลี่ย 0.206 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดปริมาณกากคาร์บอนเฉลี่ย 0.046 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด สำหรับระบบไฮดรอลิกอุณหภูมิการใช้งานจะอยู่ในช่วง 49-54 องศาเซลเซียส (อำพล ชี้อตรง และ สายันต์ ศรีวิเชียร. 2545 : 239) ซึ่งไม่เกิดการเผาไหม้ในระบบ ฉะนั้นปริมาณกากคาร์บอนที่เกิดขึ้นจึงเกิดจากน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีปริมาณกากคาร์บอนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด กากคาร์บอนที่หลุดจากการเผาน้ำมันตัวอย่าง จะทำให้เกิดการอุดตันและความสกปรกเครื่องจักร

9. การทดสอบจุดไหลเท ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D97 ได้ค่าจุดไหลเทก่อนการบำบัดเฉลี่ย -22°C หลังการบำบัดเฉลี่ย -9°C ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด เพื่อตรวจดูปริมาณไขและคุณภาพน้ำมัน สำหรับสารที่ทำให้้ำมันมีจุดไหลเทต่ำๆ จะเป็นพวกโพลิเมอร์ เช่น เมทาครีเลตโพลิเมอร์ แวกซ์อัลคิลเลตฟีนอล อีตส์โพลิเมอร์ ซึ่งจะมีคุณสมบัติป้องกันไม่ให้ไขรวมตัวเป็นผืนึก ทำให้น้ำมันยังไหลได้ในอุณหภูมิต่ำๆ ซึ่งจากการทดสอบตัวอย่างก่อนการบำบัดมีจุดไหลเทต่ำมากแสดงว่ามีสารเจือปนกลุ่มโพลิเมอร์อยู่สูง ซึ่งน่าจะเกิดจากการปะปนจากกระบวนการผลิตของโรงงานที่เก็บตัวอย่าง เช่น โรงงานพลาสติก หรือโรงงานผลิตรองเท้า ซึ่งจะใช้วัตถุดิบที่มีโพลิเมอร์เป็นองค์ประกอบ แต่เมื่อผ่านการบำบัดจุดไหลเทเพิ่มขึ้นมาใกล้เคียงน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน ซึ่งเป็นผลจากที่สิ่งสกปรกและสารเจือปนได้ตกตะกอนออกไป

10. การทดสอบหาปริมาณกำมะถัน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D4294 ได้ปริมาณกำมะถันก่อนการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.570 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.449 โดยน้ำหนัก ผ่านเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐานกำหนดทั้งก่อนและหลังการบำบัด สำหรับปริมาณกำมะถันโดยปกติในกระบวนการผลิตหรือการกลั่นน้ำมันจะมีปริมาณกำมะถันอยู่ส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งก็เกิดจากสารเพิ่มคุณภาพ กำมะถันเมื่อเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศจะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ซึ่งเมื่อรวมตัวกับความชื้นจะกลายเป็นกรดซัลฟูริกที่จะกัดกร่อนชิ้นส่วนโลหะ และเกิดคราบเขม่าเกาะติดชิ้นส่วนเครื่องจักร สำหรับน้ำมันไฮดรอลิกจะมีสารเพิ่มคุณภาพป้องกันการสึกหรอ ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบเพียงเล็กน้อยคือประมาณร้อยละ 0.60-0.85 ทำให้ปริมาณกำมะถันยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

11. การทดสอบหากรดซัลเฟต ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D874 ได้กรดซัลเฟตก่อนการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.111 โดยน้ำหนัก หลังการบำบัดเฉลี่ยร้อยละ 0.030 โดยน้ำหนัก ซึ่งก่อนการบำบัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน การทดสอบหากรดซัลเฟตเพื่อบอกความเข้มข้นของสารเพิ่มคุณภาพ ซึ่งโลหะในสารเพิ่มคุณภาพที่จะเกิดสารประกอบซัลเฟตได้ดี เช่น แคลเซียม แบเรียม โซเดียม ซิงค์ แมกนีเซียม เมื่อน้ำมันผ่านการใช้งานโลหะเหล่านี้จะปะปนมาในน้ำมันทำให้น้ำมันก่อนบำบัดมีปริมาณกรดซัลเฟตจำนวนมาก แต่เมื่อผ่านการบำบัดมีสิ่งเจือปน และความสกปรกต่าง ๆ ตกตะกอนไป ทำให้ปริมาณกรดซัลเฟตลดลง

12. การทดสอบการกัดกร่อนทองแดง ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D130 สำหรับน้ำมันตัวอย่างก่อนการบำบัดการกัดกร่อนทองแดง 1a ทุกตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่หลังการบำบัด มีน้ำมันตัวอย่างที่ 2,4,8 ได้ค่า 1b ผ่านตามมาตรฐาน ส่วนตัวอย่างที่ 1,3,5,6,7,9,10 ซึ่งได้ค่า 2c,2c,2a,2c,4a,2c,4a ตามลำดับ ไม่ผ่านตามมาตรฐาน การทดสอบการกัดกร่อนทองแดงเพื่อตรวจดูการกัดกร่อนชิ้นส่วนของเครื่องจักรเครื่องยนต์ที่มีส่วนผสมของทองแดง ซึ่งสารประกอบของกำมะถันที่มีอยู่ในน้ำมันจะกัดกร่อนทำให้เกิดรอยต่างบนเนื้อโลหะทองแดง สำหรับการวิจัยครั้งนี้ น้ำมันก่อนการบำบัดการกัดกร่อนทองแดง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง เพราะปริมาณกำมะถันที่กัดกร่อนมาจากน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานและสารเพิ่มคุณภาพซึ่งมีปริมาณไม่มาก แต่หลังจากผ่านกระบวนการบำบัดที่ใช้กรดซัลฟูริกเป็นองค์ประกอบผลการกัดกร่อนทองแดงจึงเพิ่มขึ้น

สำหรับปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่ได้หลังผ่านการบำบัดทั้ง ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.04 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้ คือปริมาณน้ำมันที่ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 เนื่องจากการบำบัดมีการใช้ดินเหนียวซึ่งเป็นแร่ดินที่มีขนาดเล็กและมีความละเอียดสูง สามารถดูดซับกับอนุภาคของสิ่งเจือปน และตกตะกอนได้ดีจึงสามารถแยกส่วนชัดเจน ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันในสัดส่วนที่สูง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

- 1.การบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว หากน้ำมันมีความสกปรกมาก สามารถเพิ่มกรดและดินเหนียวอีกประมาณร้อยละ 2-5 โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของสีและตะกอนในน้ำมัน แต่ถ้าน้ำมันไม่สกปรกมากอาจลดร้อยละของกรดและดินเหนียวลงได้
- 2.ควรพิจารณาถึงการจัดการดินเหนียวที่เกิดขึ้นหลังการบำบัดในการนำกลับมาใช้ใหม่
- 3.การทดสอบหาปริมาณกรดในน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้งก่อนและหลังการบำบัดในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการตามมาตรฐาน ASTM D974 แทน ASTM D664 ที่ระบุไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื่องจากน้ำมันตัวอย่างเป็นน้ำมันไฮดรอลิกจึงมีสีไม่เข้ม ทำให้สามารถใช้วิธีการดูการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ ตามมาตรฐาน ASTM D974 ได้ ซึ่งให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกัน
- 4.การทดสอบหาปริมาณน้ำในน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วทั้งก่อนและหลังการบำบัดหากมีปริมาณน้ำเพียงเล็กน้อยจะไม่สามารถใช้วิธีการตามมาตรฐาน ASTM D95 ได้
- 5.ในการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันไฮดรอลิกหลังการบำบัดในงานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทดสอบค่า PCA และ PCB หากในการใช้งานมีการสัมผัสน้ำมันหรือมีโอกาสไหลลงสู่สิ่งแวดล้อมได้ ควรมีการคำนึงถึงและมีการทดสอบค่าเหล่านี้ด้วย
- 6.การเติมกรดซัลฟริกควรเติมทีละน้อย เพื่อให้กรดทำปฏิกิริยาได้สมบูรณ์ และไม่เกิดความร้อนมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้น้ำมันไหม้ได้
- 7.ควรใช้ปริมาณกรดซัลฟริกอย่างเหมาะสม โดยให้มีปริมาณกรดน้อยที่สุด เนื่องจากตะกอนกรดจะกำจัดได้ยากและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้
- 8.การเติมดินเหนียว ควรเติมทีละน้อยๆ เพื่อกำจัดสีและสิ่งสกปรกอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ตกตะกอนนอนก้นบีกเกอร์
- 9.หน่วยงานราชการและผู้ประกอบการ ควรร่วมมือกันหามาตรการ และระบบการจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ให้ถูกต้องตรงตามมาตรฐานกำหนด เพื่อขจัดปัญหาการปลอมปนของน้ำมันหล่อลื่นและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว
- 10.ควรมีการศึกษากระบวนการบำบัดน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ววิธีอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้กรดซัลฟริกในกระบวนการ เพราะกรดซัลฟริกจะมีผลต่อการกัดกร่อนชิ้นส่วนโลหะที่เป็นองค์ประกอบของเครื่องจักรกลต่างๆ ได้
- 11.น้ำมันที่ได้จากวิธีการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกด้วยกรดและดินเหนียว ไม่เหมาะนำไปใช้งานกับเครื่องจักร เครื่องยนต์ ที่มีองค์ประกอบเป็นโลหะทองแดง เพราะจะกัดกร่อนได้
- 12.น้ำมันที่ได้จากวิธีการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกด้วยกรดและดินเหนียว สามารถนำไปใช้งานหยอดทิ้ง งานหล่อลื่นโซ่ หรือใช้ทำไม้แบบ ได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผู้ที่ประสงค์จะนำกระบวนการนี้ไปใช้ หากต้องการน้ำมันใช้แล้วหลังการบำบัดที่มีคุณภาพสูงกว่าการบำบัดด้วยกรดและดินเหนียว อาจเลือกใช้วิธีการการกลั่นใหม่ (Re-Refined Base Oil) แทน ซึ่งจะได้น้ำมันที่มีความบริสุทธิ์กว่า แต่ต้นทุนในกระบวนการจะสูงกว่า
2. ควรพิจารณาใช้กรรมวิธีการกรองโดยใช้เครื่องกรองที่สามารถลดปริมาณเถ้าลงได้ หรืออาจเลือกใช้สารดูดซับต่างๆ เช่น ซีโอไลต์, เบนท์ไนด์, ถ่านกัมมันต์ เพื่อช่วยดูดซับสิ่งเจือปน และความสกปรกให้ลดลง ซึ่งอาจทำให้ปริมาณเถ้าลดลงด้วย
3. ในการทดลองในงานวิจัยนี้มีการใช้กรดซัลฟริกเข้มข้นเพื่อตกตะกอนสิ่งเจือปน เป็นผลให้เกิดการกัดกร่อนโลหะทองแดง ในขั้นตอนหลังการบำบัดด้วยกรดควรมีการปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยด่างก่อนนำไปบำบัดด้วยดินเหนียว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กฎหมายที่เกี่ยวข้องและการขออนุญาตครอบครองน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว. แหล่งที่มา :

<http://www.diw.go.th> วันที่สืบค้น 29 กรกฎาคม 2546

การจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว. แหล่งที่มา : [http:// www.gengo.co.th](http://www.gengo.co.th) วันที่สืบค้น

30 มิถุนายน 2547.

เครื่องกลั่นหาปริมาณน้ำ. แหล่งที่มา : <http://www.master.com/water.htm>. วันที่สืบค้น

23 กันยายน 2547.

เครื่องทดสอบกากคาร์บอน. แหล่งที่มา : <http://www.tanaka-sci.com> วันที่สืบค้น 9 ธันวาคม 2547

จันทร์เพ็ญ ขำแก้ว. (2540). สถานภาพและปัญหาน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในประเทศไทย และการประเมินเทคโนโลยีเหมาะสมเพื่อการบำบัด. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม).

กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร ชัยวัฒน์ เตจูไรนันท์. (2542). “ การหาแนวทางจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว,” คลื่นวิจัย. 12-13.

ณัฐติกันต์ ขำทิพย์. (2542). การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ใช้แล้ว. วิทยานิพนธ์

วท.ม.(เคมี). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

ชนกกาญจน์ ชำนาญกิจ และ สกฤณา ทิฆัมปัญญา. (2541). การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่. วิทยานิพนธ์ วท.บ. (เคมี). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

ธนรัตน์ ชัยเพ็ชร์. (ม.ป.ป.). การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหล่อลื่น (น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเกียร์, จาระบี).(เอกสารประกอบการสอน) กองควบคุมคุณภาพฝ่ายวิศวกรรมและบริการ. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย.

ธำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สมองคุณ. (ม.ป.ป.). เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น. กรุงเทพฯ :

วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร

พิชิต ไพรพนาพงศ์. (2544). “ น้ำมันหล่อลื่นและไฮดรอลิกอุตสาหกรรม,” คลื่นวิจัย. 19-10.

พิษณุ มอญพันธ์. (2535). การศึกษาการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์. ปัญหาพิเศษ.

วศ.บ. (เครื่องกล). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

น้ำมันหล่อลื่นการนำกลับมาใช้ใหม่. (2541, พฤศจิกายน-ธันวาคม). วารสารสามมิตรสาร.

54(6) : 69-74.

น้ำมันหล่อลื่นการปรับปรุงคุณภาพ. (2538, กันยายน-ตุลาคม). วารสาร สวท.สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย 4(24) : 28-31.

น้ำมันเชื้อเพลิงและผลิตภัณฑ์หล่อลื่น.(ม.ป.ป). กรุงเทพฯ : บริษัท เอสโซ่แอสแตนด์ประเทศไทย.

ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบุญ และ ปานเทพ ชินินทร. (2541). เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

ปราโมทย์ ไชยเวช และ นุรักษ์ กฤษดาบุรุษ. (2543). *ปิโตรเลียมเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.(2541). มอก.356. *น้ำมันเครื่อง*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ.

----- (2541). มอก.713. *จาระบี*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ

----- (2533). มอก.977. *น้ำมันไฮดรอลิกอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ

----- (2537). มอก.1182. *การทดสอบปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เล่ม 2 จุลวาล์วไฟและจุดติดไฟโดยถ้วยเปิดคลีฟแลนด์*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ

----- (2538). มอก.1182. *การทดสอบปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เล่ม 6 วิธีหาปริมาณน้ำ*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ

----- (2540). มอก.1438. *น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ

----- (2542). มอก.1800. *ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม-วิธีทดสอบจุดไหลเท*.

กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ

มานิตย์ ธิมาทา. (2541). *การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วของเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อใช้แทน น้ำมันหล่อลื่นเฟื่องทดในเครื่องจักรอุตสาหกรรม*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.

(วิศวกรรมการผลิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

รัฐพร จันทรเดช. (2541). *การแยกและเตรียม DNA ของแบคทีเรียที่ย่อยสลายน้ำมันเครื่องใช้แล้ว*.

วท.บ.(ชีววิทยา). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

วีราภรณ์ มั่นเมือง. (2545). *การทำน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ใช้แล้วให้บริสุทธิ์*. วิทยานิพนธ์

วท.ม.(เคมีอุตสาหกรรม). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

สิริพร แก่นสียา. (2546). “แนวทางการจัดเก็บมันหล่อลื่นใช้แล้ว,” *วารสารสิ่งแวดล้อม*.26-30.

ห้องปฏิบัติการ บริษัท วิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด. (20 มกราคม 2547). *สมุทรสาคร :*

บริษัท วิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด.

อันตรายจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว แหล่งที่มา : [http:// www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th) วันที่สืบค้น

29 กรกฎาคม 2546.

อำพล ชีอตรง และ สายันต์ ศรีวิเชียร. (2545). *เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น*. กรุงเทพฯ :

ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

Annual book of American Society for Testing and Meterials (ASTM) Standards (1998).USA :

Petroleum Product, Lubricant, and Fossil Fuels.Volume.05.01, Volume 05.02,

Volume 05.03

Berry R. (1979). *Refining waste oil* , Chem eng.

Swaim J.W.Jr. (1983). *Handbook of Lubricant*. Vol I and II

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รายชื่อบริษัทที่เก็บตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วมาทำการวิจัย

รายชื่อบริษัทที่เก็บตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วมาทำการวิจัย

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.วี.เอส. อีคิวแมนท์

80 ซอยจุฬา 26 ถนนพระรามที่ 6 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานกรุงเทพพลาสติก

32 ซอย โรงเรียนราชประสงค์วิทยา ถนนดินแดน แขวงดินแดน เขตดินแดน

กรุงเทพมหานคร 10280

ห้างหุ้นส่วนจำกัด ส. ธงชัยคอนกรีต

19/5 หมู่ 1 ตำบลบ้านฉาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12160

บริษัท กิตติ ฟาเนอรี่ อีคิวแมนท์ จำกัด

52/22 หมู่ 1 ซอยเพชรเกษม 88 ถนนเพชรเกษม แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค

กรุงเทพมหานคร 10160

บริษัท โกลเด้น-เฟิร์สท์-ลายส์ จำกัด

83/6 หมู่ 1 แขวงคลองขวาง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160

บริษัท เจริญไพศาลโลหะกิจ จำกัด

60/34 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

บริษัท ชื่นศิริ จำกัด

88 หมู่. 12 ถนนประชาราษฎร์อุทิศ ตำบลราชาเทวะ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

10540

บริษัท ซีบาสเปเซียสตี เคมีคัล (ไทยแลนด์) จำกัด

90/2 หมู่ 4 ถนนบางปลา ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

บริษัท ไทยโอซูก้า จำกัด

50 หมู่ 8 ถนนเศรษฐกิจ 1 ตำบลคลองมะเดื่อ อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

74000

บริษัท พรนันท์ จำกัด

41/2 หมู่ 6 ถนนสุขุมวิท 77 แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

บริษัท เมืองทองฟุตเทค จำกัด / ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานยางเมืองทอง

112 หมู่. 11 ถนนเอกชัย แขวงบางขุนเทียน เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร 10150

บริษัท ล. อีเล็คทริก กลาส จำกัด

29/11 หมู่ 3 ตำบลนาดี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

บริษัท หวาเลียง เซรามิค ฮาร์ดแวร์ แฟคโทรี จำกัด

534 ซอย 9 นิคมอุตสาหกรรมบางปู หมู่. 4 ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง

จังหวัดสมุทรปราการ 10280

บริษัท เอส.แอนด์.ซี. อุตสาหกรรม จำกัด

170/1 ซอยนิคมบางพลี 4. หมู่ 17 ถนนเทพารักษ์ ตำบลบางเสาธง กิ่งอำเภอบางเสาธง
จังหวัดสมุทรปราการ 10540

ภาคผนวก ข.

รูปแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว



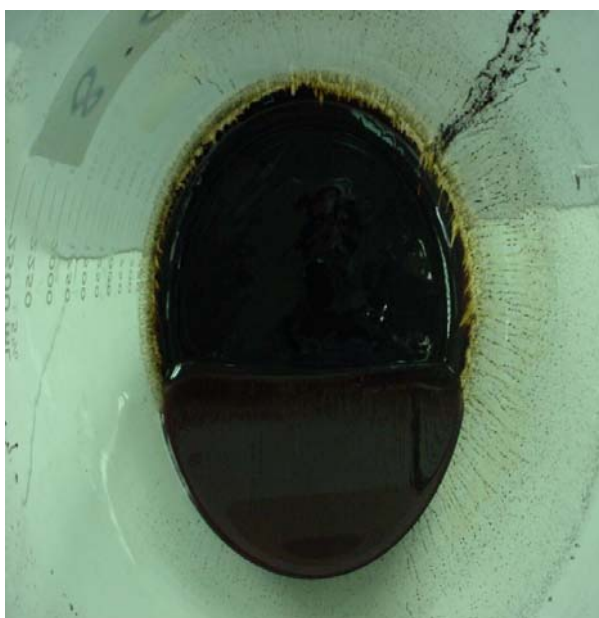
ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่เก็บมาจากโรงงานต่างๆ



ภาพประกอบ 23 การต้มเพื่อแยกน้ำและตะกอน



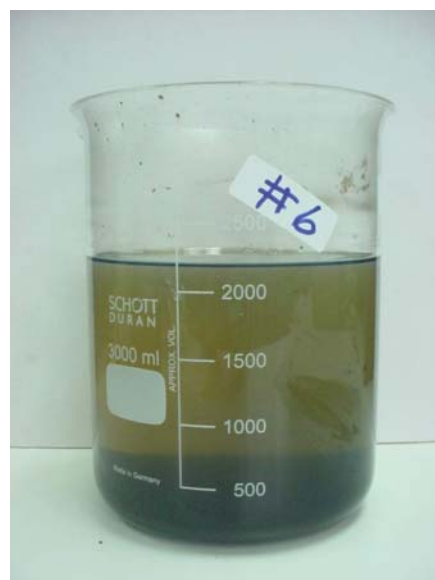
ภาพประกอบ 24 การบำบัดด้วยกรด



ภาพประกอบ 25 ตะกอนกรด



ภาพประกอบ 26 การเติมดินเหนียว



ภาพประกอบ 27 น้ำมันตัวอย่างหลังเติมดินเหนียวและทิ้งให้ตกตะกอน



ภาพประกอบ 28 ตะกอนดินเหนียว



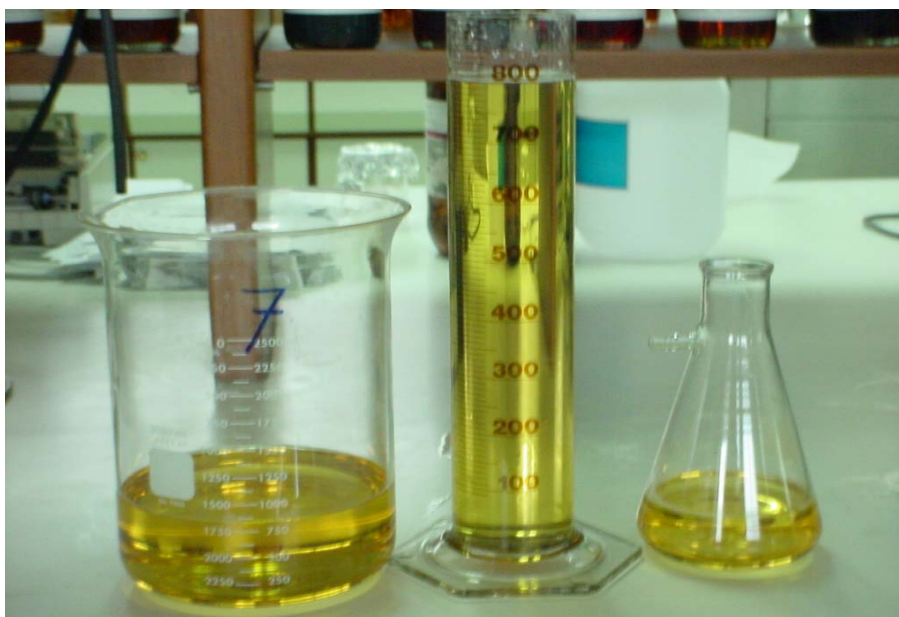
ภาพประกอบ 29 ดินเหนียวก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 30 การกรองน้ำมันหลังการบด



ภาพประกอบ 31 กระดาษกรองหลังกรองน้ำมันที่ผ่านการบด



ภาพประกอบ 32 การวัดปริมาตรน้ำมันที่ได้หลังจากการบำบัด



ภาพประกอบ 33 น้ำมันตัวอย่างก่อนและหลังผ่านการบำบัด

ภาคผนวก ค.

**หนังสือขอความอนุเคราะห์ / เอกสารขอรับบริการทดสอบตัวอย่าง
ผลการทดสอบคุณลักษณะปริมาณกำมะถัน และการกัดกร่อนทองแดง
เอกสารส่งเครื่องมือให้ทดสอบ**

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางนภาพร บัวบาน
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2515
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	923/33 ณ. ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการส่วนควบคุมคุณภาพและห้องปฏิบัติการ บริษัทวิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	52/4 หมู่ 6 ซอยสุขชัย ถนนพระราม 2 ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2536	วท.บ. (เคมี) สถาบันราชภัฏจันทรเกษม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2534	อ.วท (เคมีปฏิบัติ) สถาบันราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2532	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร
พ.ศ. 2529	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กฎหมายที่เกี่ยวข้องและการขออนุญาตครอบครองน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว. แหล่งที่มา :

<http://www.diw.go.th> วันที่สืบค้น 29 กรกฎาคม 2546

การจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว. แหล่งที่มา : [http:// www.gengo.co.th](http://www.gengo.co.th) วันที่สืบค้น

30 มิถุนายน 2547.

เครื่องกลั่นหาปริมาณน้ำ. แหล่งที่มา : <http://www.master.com/water.htm>.วันที่สืบค้น

23 กันยายน 2547.

เครื่องทดสอบกากคาร์บอน. แหล่งที่มา : <http://www.tanaka-sci.com> วันที่สืบค้น 9 ธันวาคม 2547

จันทร์เพ็ญ ขำแก้ว. (2540). สถานภาพและปัญหาน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในประเทศไทย และการ
ประเมินเทคโนโลยีเหมาะสมเพื่อการบำบัด. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม).

กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร
ชัยวัฒน์ เตจุนันท์. (2542). “ การหาแนวทางจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว,” คลื่นวิจัย. 12-13.

ณัฐติกันต์ ขำทิพย์. (2542). การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ใช้แล้ว. วิทยานิพนธ์
วท.ม.(เคมี). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

ชนกกาญจน์ ชำนาญกิจ และ สกฤณา ทิมปัญญา. (2541). การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว
เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่. วิทยานิพนธ์ วท.บ. (เคมี). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

ชนรัตน์ ชัยเพ็ชร์. (ม.ป.ป.). การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหล่อลื่น (น้ำมันเครื่อง, น้ำมันเกียร์,
จาระบี).(เอกสารประกอบการสอน) กองควบคุมคุณภาพฝ่ายวิศวกรรมและบริการ.
การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย.

ธำรง โชตะมังสะ และ สุจิตต์ สนองคุณ. (ม.ป.ป.). เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร

พิชิต ไพรพนาพงศ์. (2544). “ น้ำมันหล่อลื่นและไฮดรอลิกอุตสาหกรรม,” คลื่นวิจัย. 19-10.

พิษณุ มอญพันธ์. (2535). การศึกษาการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์. ปัญหาพิเศษ.
วศ.บ. (เครื่องกล). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

น้ำมันหล่อลื่นการนำกลับมาใช้ใหม่. (2541, พฤศจิกายน-ธันวาคม). วารสารสามมิตรสาร.
54(6) : 69-74.

น้ำมันหล่อลื่นการปรับปรุงคุณภาพ. (2538, กันยายน-ตุลาคม). วารสาร สวท.สมาคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ประเทศไทย 4(24) : 28-31.

น้ำมันเชื้อเพลิงและผลิตภัณฑ์หล่อลื่น.(ม.ป.ป). กรุงเทพฯ : บริษัท เอสโซ่แอสตมดาร์ดประเทศไทย.
ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเทพ ชินินทร. (2541). เชื้อเพลิงและ
สารหล่อลื่น. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

- ปราโมทย์ ไชยเวช และ นุรักษ์ กฤษดาธุรักษ์. (2543). *ปิโตรเลียมเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.(2541). มอก.356. *น้ำมันเครื่อง*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ.
- (2541). มอก.713. *จาระบี*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ
- (2533). มอก.977. *น้ำมันไฮดรอลิกอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ
- (2537). มอก.1182. *การทดสอบปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เล่ม 2 จุกวาล์วไฟและจุดติดไฟโดยถ้วยเปิดคลีฟแลนด์*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ
- (2538). มอก.1182. *การทดสอบปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เล่ม 6 วิธีหาปริมาณน้ำ*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ
- (2540). มอก.1438. *น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลั่นใหม่*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ
- (2542). มอก.1800. *ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม-วิธีทดสอบจุดไหลเท*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ
- มานิตย์ ธิมาทา. (2541). *การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วของเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อใช้แทน น้ำมันหล่อลื่นเฟืองทดในเครื่องจักรอุตสาหกรรม*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมการผลิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- รัฐพร จันท์เดช. (2541). *การแยกและเตรียม DNA ของแบคทีเรียที่ย่อยสลายน้ำมันเครื่องใช้แล้ว*. วท.บ.(ชีววิทยา). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- วีราภรณ์ มั่นเมือง. (2545). *การทำน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ใช้แล้วให้บริสุทธิ์*. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(เคมีอุตสาหกรรม). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร แก่นสียา. (2546). “แนวทางการจัดเก็บมันหล่อลื่นใช้แล้ว,” *วารสารสิ่งแวดล้อม*.26-30.
- ห้องปฏิบัติการ บริษัท วิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด. (20 มกราคม 2547). สมุทรสาคร : บริษัท วิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด.
- อันตรายจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว แหล่งที่มา : [http:// www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th) วันที่สืบค้น 29 กรกฎาคม 2546.
- อำพล ชื่อดตรง และ สายันต์ ศรีวิเชียร. (2545). *เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- Annual book of American Society for Testing and Meterials (ASTM) Standards (1998). USA : Petroleum Product, Lubricant, and Fossil Fuels.Volume.05.01, Volume 05.02, Volume 05.03
- Berry R. (1979). *Refining waste oil* , Chem eng.
- Swaim J.W.Jr. (1983). *Handbook of Lubricant*. Vol I and II

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รายชื่อบริษัทที่เก็บตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วมาทำการวิจัย

รายชื่อบริษัทที่เก็บตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วมาทำการวิจัย

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.วี.เอส. อีคิวปเมนต์

80 ซอยจุฬา 26 ถนนพระรามที่ 6 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานกรุงเทพพลาสติก

32 ซอย โรงเรียนราชประสงค์วิทยา ถนนดินแดน แขวงดินแดน เขตดินแดน

กรุงเทพมหานคร 10280

ห้างหุ้นส่วนจำกัด ส. ธงชัยคอนกรีต

19/5 หมู่ 1 ตำบลบ้านฉาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12160

บริษัท กิตติ เฟรนด์รี อีคิวปเมนต์ จำกัด

52/22 หมู่ 1 ซอยเพชรเกษม 88 ถนนเพชรเกษม แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค

กรุงเทพมหานคร 10160

บริษัท โกลเด้น-เฟิร์สท์-ลายส์ จำกัด

83/6 หมู่ 1 แขวงคลองขวาง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160

บริษัท เจริญไพศาลโลหะกิจ จำกัด

60/34 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

บริษัท ชื่นศิริ จำกัด

88 หมู่. 12 ถนนประชาราษฎร์อุทิศ ตำบลราชาเทวะ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

10540

บริษัท ซีบาสเปเชี่ยลตี้ เคมีคัล (ไทยแลนด์) จำกัด

90/2 หมู่ 4 ถนนบางปลา ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

บริษัท ไทยโอซูก้า จำกัด

50 หมู่ 8 ถนนเศรษฐกิจ 1 ตำบลคลองมะเดื่อ อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

74000

บริษัท พรนันท์ จำกัด

41/2 หมู่ 6 ถนนสุขุมวิท 77 แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

บริษัท เมืองทองฟุตเทค จำกัด / ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานยางเมืองทอง

112 หมู่. 11 ถนนเอกชัย แขวงบางขุนเทียน เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร 10150

บริษัท ล. อีเล็คทริก กลาส จำกัด

29/11 หมู่ 3 ตำบลนาดี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

บริษัท หวาเลียง เซรามิค ฮาร์ดแวร์ แฟคโทรี จำกัด

534 ซอย 9 นิคมอุตสาหกรรมบางปู หมู่. 4 ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง

จังหวัดสมุทรปราการ 10280

บริษัท เอส.แอนด์.ซี. อุตสาหกรรม จำกัด

170/1 ซอยนิคมบางพลี 4. หมู่ 17 ถนนเทพารักษ์ ตำบลบางเสาธง กิ่งอำเภอบางเสาธง
จังหวัดสมุทรปราการ 10540

ภาคผนวก ข.

รูปแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้ว



ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างน้ำมันไฮดรอลิกใช้แล้วที่เก็บมาจากโรงงานต่างๆ



ภาพประกอบ 23 การต้มเพื่อแยกน้ำและตะกอน



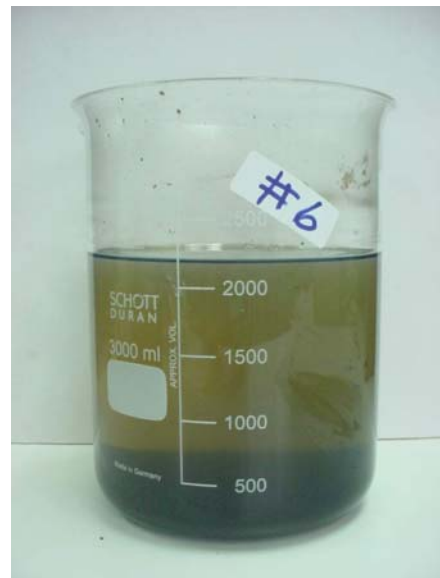
ภาพประกอบ 24 การนำปัดด้วยกรด



ภาพประกอบ 25 ตะกอนกรด



ภาพประกอบ 26 การเติมดินเหนียว



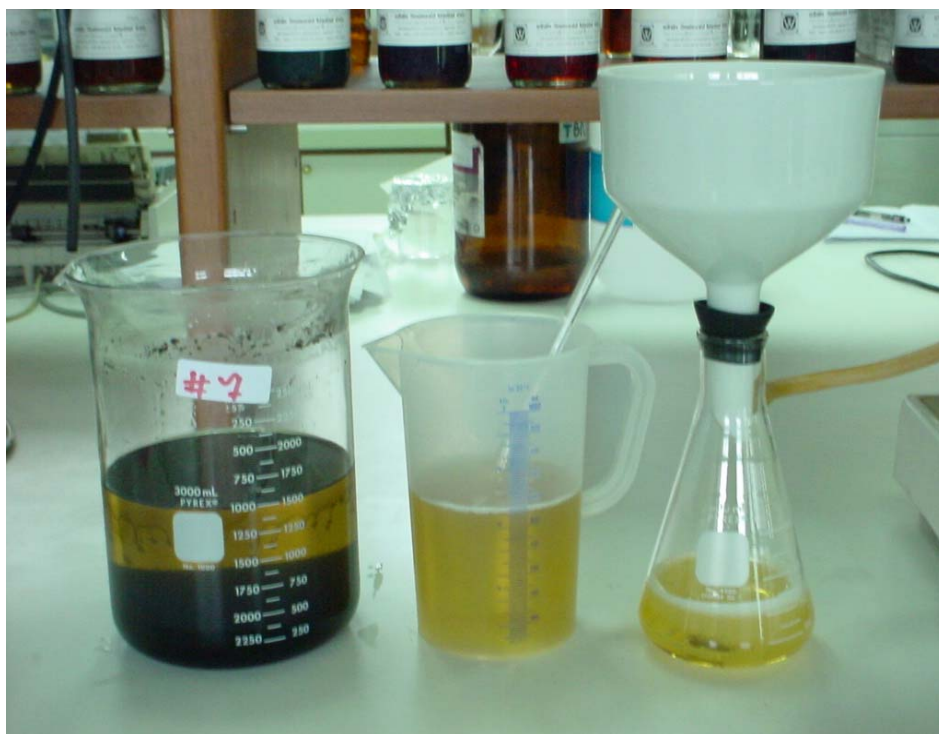
ภาพประกอบ 27 น้ำมันตัวอย่างหลังเติมดินเหนียวและทิ้งให้ตกตะกอน



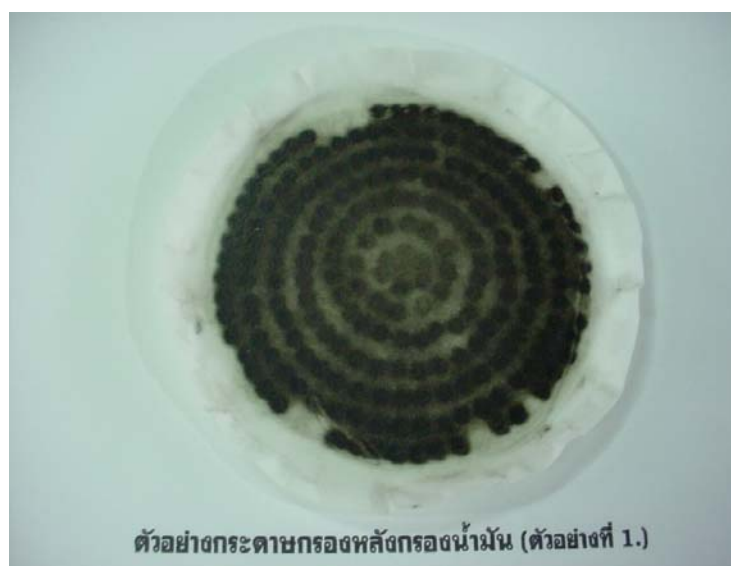
ภาพประกอบ 28 ตะกอนดินเหนียว



ภาพประกอบ 29 ดินเหนียวก่อนและหลังการบำบัด

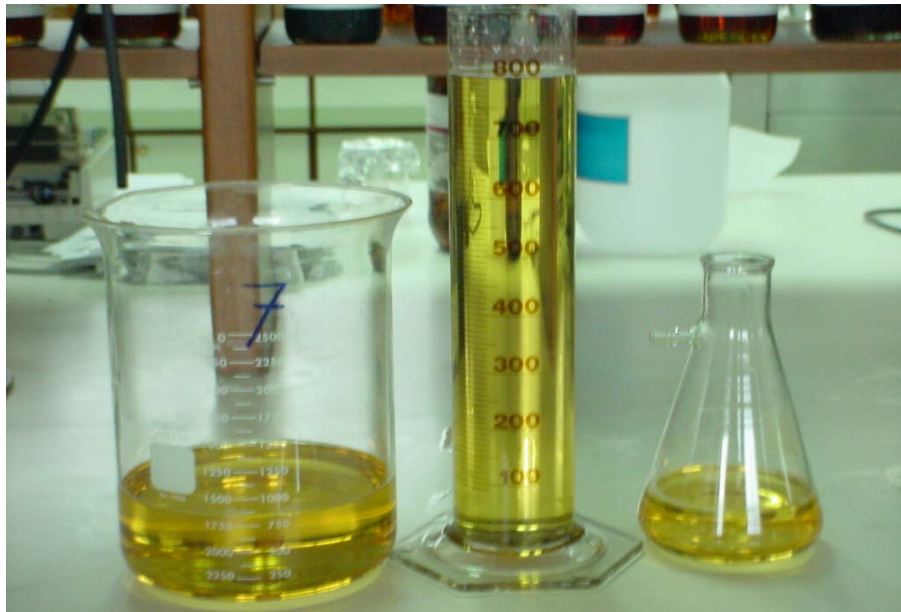


ภาพประกอบ 30 การกรองน้ำมันหลังการบด

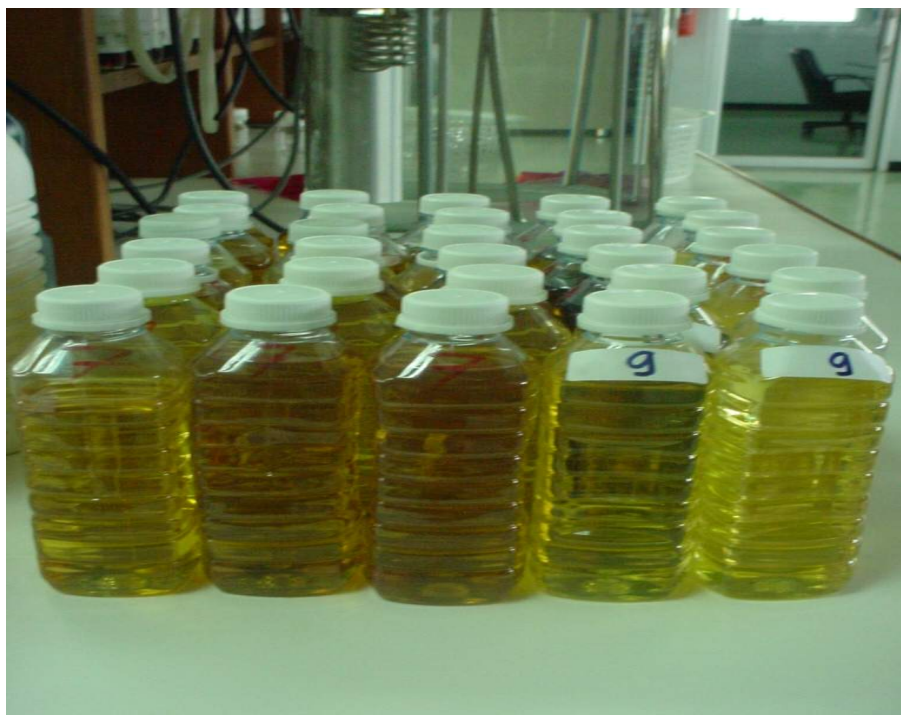


ตัวอย่างกระดาะกรองหลังกรองน้ำมัน (ตัวอย่างที่ 1.)

ภาพประกอบ 31 กระดาะกรองหลังกรองน้ำมันที่ผ่านการบด



ภาพประกอบ 32 การวัดปริมาตรน้ำมันที่ได้หลังจากการบำบัด



ภาพประกอบ 33 น้ำมันที่ได้หลังจากการบำบัด



ภาพประกอบ 34 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 1 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 35 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 2 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 36 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 3 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 37 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 4 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 38 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 5 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 39 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 6 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 40 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 7 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 41 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 8 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 42 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 9 ก่อนและหลังการบำบัด



ภาพประกอบ 43 ลักษณะน้ำมันตัวอย่างที่ 10 ก่อนและหลังการบำบัด

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางนภาพร บัวบาน
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2515
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	923/33 ถนน ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการส่วนควบคุมคุณภาพและห้องปฏิบัติการ บริษัทวิทย์คอร์ป โปรดักส์ จำกัด
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	52/4 หมู่ 6 ซอยสุขชัย ถนนพระราม 2 ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2536	วท.บ. (เคมี) สถาบันราชภัฏจันทรเกษม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2534	อ.วท (เคมีปฏิบัติ) สถาบันราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2532	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร
พ.ศ. 2529	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร

