บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3 ก ขั้นตอนการวิจัย

3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบในน้ำมันหม้อแปลงใหม่ และน้ำมันหม้อแปลงเก่าที่เสื่อมสภาพแล้ว

3.1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหม้อแปลงใหม่และเก่าด้วยวิธี

3.1.1 ก INFRARED SPECTROPHOTOMETRY (IR) วิเคราะห์หมู่สารอินทรีย์

3.1.1 ข THERMAL ANALYSIS วิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบ

3.1.2 ค GAS CHROMATOGRAPHY - MASS SPECTROPHOTOMETRY (GC-MS) วิเคราะห์สารที่มีอยู่ในน้ำมันหม้อแปลง

3.2 ทดลองใช้เถ้าลอยลิกไนต์ และ ดินกัมมันต์ เพื่อปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงในห้องปฏิบัติการ แล้วตรวจวัดลักษณะสมบัติของน้ำมันหม้อแปลงหลังปรับสภาพ

3.2.1 นำเถ้าลอยลิกไนต์ เถ้าหนัก (BOTTOM ASH) และ ดินกัมมันต์ อย่างละ 250 กรัม มากวนกับน้ำมัน หม้อแปลง เก่าปริมาณ 2 ลิตร ในถังดูดซับชนิดกวน เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ด้วยอัตราการกวน 100 รอบต่อนาที

3.2 2 เติมสารต้านการเกิดออกซิเดชัน ลงไปในน้ำมันหม้อแปลงเก่าปริมาณ 2 ลิตรให้มีความเข้มข้น 0.1 % (เพื่อลดผลกระทบจากการเกิดออกซิเดชันโดยอากาศในขณะกวน) ทำการกวนกับ เถ้าลอยลิกไนต์ เถ้าหนัก และ ดินกัมมันต์ อย่างละ 250 กรัม นาน 24 ชั่วโมง ด้วยอัตราการกวน 100 รอบต่อนาที

3.3 ทดลองใช้ เถ้าลอยลิกไนต์ และ ดินกัมมันต์ เพื่อปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงในชุดอุปกรณ์ปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลง

3.3.1 นำน้ำมันเก่า 1000 ลิตรมาซึมผ่านถังซึ่งบรรจุเถ้าลอยลิกไนต์ ดินกัมมันต์ และ ถ่านกัมมันต์ ด้วยอัตราการไหล 1200 ลิตร ต่อชั่วโมง โดย มีสภาวะดังนี้

3.3.1 ก ใช้ ดินกัมมันต์ 10 กิโลกรัม โดยซึมผ่านด้วยน้ำมันเก่า 1000 ลิตร แบบไหลวนกลับจำนวน 5 รอบน้ำมัน (ผ่านถังดูดซับ 5 * 1000 คือ 5000 ลิตร)

3.3.1 ข ใช้ เถ้าลอย 25 กิโลกรัม โดยซึมผ่านด้วยน้ำมันเก่า 1000 ลิตร จำนวน 5 รอบ น้ำมัน

3.3.1 ค ใช้ถ่านกัมมันต์ 20 กิโลกรัม โดยซึมผ่านด้วยน้ำมันเก่า 1000 ลิตร จำนวน 5 รอบน้ำมัน

3.3.2 นำเถ้าลอยลิกไนต์ มาทดลองเหมือนข้อ 3.3.1 แต่เปลี่ยนอัตราส่วนเป็นน้ำมันหม้อแปลงเก่า 3500 ลิตร ต่อ เถ้าลอยลิกไนต์ 300 กิโลกรัม (อัตรา ส่วนน้ำมัน 200 ลิตรต่อ เถ้าลอยลิกไนต์ 23 กิโล กรัม) โดยซึมผ่านแบบไหลวนกลับ 3 รอบน้ำมัน (10,500 ลิตร)

3.3.3 นำน้ำมันหม้อแปลงเก่า 200 ลิตรมาซึมผ่านถังซึ่งบรรจุเถ้าลอยลิกไนต์โดยมีอัตราการไหลแบบวนกลับ 1,200 ลิตรต่อชั่วโมงเป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง โดยแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของน้ำมันต่อเถ้าลอยลิกไนต์

3.3.4 นำน้ำมันหม้อแปลงเก่า 1000 ลิตรมาซึมผ่านถังดูดซับซึ่งบรรจุเถ้าลอยลิกไนต์ 50 กิโลกรัม ด้วยอัตราการไหล 350 ลิตรต่อชั่วโมง แบบไหลผ่านครั้งเดียว แล้วเก็บตัวอย่างหลังออกจากถังดูดซับที่เวลาต่างๆมาวิเคราะห์

3.3.5 นำน้ำมันหม้อแปลงเก่ามาซึมผ่านถังดูดซับซึ่งบรรจุดินกัมมันต์ 50 กิโลกรัม ด้วยอัตราการไหล 350 ลิตรต่อชั่วโมง แบบไหลผ่านครั้งเดียวแล้วเก็บตัวอย่างหลังออกจากถังดูดซับที่เวลาต่างๆมาวิเคราะห์

3.3.6 นำน้ำมันหม้อแปลงเก่ามาซึมผ่านถังดูดซับซึ่งบรรจุเถ้าลอยลิกไนต์ 50 กิโลกรัม ด้วยอัตราการไหล 350 ลิตรต่อชั่วโมง แบบไหลผ่านครั้งเดียว แล้วเก็บตัวอย่างหลังออกจากถังดูดซับที่เวลาต่างๆมาวิเคราะห์ การทดลองนี้เหมือนการทดลองที่ 3.3.4 แต่ไม่จำกัดปริมาณน้ำมันที่ซึมผ่าน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาระยะเวลาที่เถ้าลอยลิกไนต์ใช้ดูดซับจนน้ำมันที่ผ่านออกมามีลักษณะสมบัติเกินพิกัดมาตรฐาน ทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำมันที่สามารถปรับสภาพได้โดยใช้เถ้าลอยลิกไนต์ 50 กิโลกรัม

3.4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงระหว่างการใช้เถ้าลอย ลิกไนต์ และ ดินกัมมันต์

คำนวณค่าใช้จ่ายโดยใช้ข้อมูลด้านค่าแรง ค่าวัสดุ ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ค่ายานพาหนะ ค่าทดสอบลักษณะสมบัติของน้ำมัน และค่าอำนวยการ

3 ข สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้

1. ดินกัมมันต์

ดินกัมมันต์ บรรจุเป็นถังใหญ่ หรือถุงขนาด 50 ปอนด์ หุ้มด้วยวัสดุกันความชื้นและกันระเหย การขนย้ายต้องระวังมิให้ถูกอากาศชื้นหรือน้ำ ดินกัมมันต์ สามารถอุ้มน้ำได้ถึง 25% โดยน้ำหนัก แต่สามารถทำให้แห้งได้โดยใช้อุณหภูมิที่สูงภายใต้สูญญากาศ ดินกัมมันต์ที่ใช้ในการปรับปรุงสภาพน้ำมันหม้อแปลงนั้นเป็นเกรด 30 - 60 เมช (MESH) สำหรับใช้วิธีการซึมผ่าน และใช้เกรดผงละเอียดสำหรับกระบวนการสัมผัสในถังใหญ่เป็นครั้งๆ

2. เถ้าลอยลิกไนต์

เป็นเถ้าจากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์ที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยเก็บจากใต้เครื่องดักจับฝุ่น (ELECTROSTATIC PRECIPITATOR) เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2539 มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 90 ไมครอน (ไกรวุฒิ เกียรติโกมล และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล , 2539)

3. น้ำมันหม้อแปลงเก่า (KT 1B) ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ

4. น้ำมันหม้อแปลงใหม่

เป็นน้ำมันหม้อแปลงซึ่งมีลักษณะสมบัติได้มาตรฐาน ANSI/ASTM D - 3387 TYPE II

5. อินฟราเรด สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (INFRARED SPECTROPHOTOMETER)

ในการวิจัยนี้ใช้วิธีส่งตัวอย่างน้ำมันหม้อแปลงให้กรมวิทยาศาสตร์บริการวิเคราะห์

6. แก๊สโครมาโตรกราฟฟี - แมส สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (GC- MS)

ในการวิจัยนี้ใช้วิธีส่งตัวอย่างน้ำมันหม้อแปลงให้ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. ถังดูดซับชนิดตรึงแน่น

เป็นถังทำด้วยเหล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางภายในประมาณ 0.5 เมตร สูงประมาณ 1 เมตร มีท่อน้ำมันผ่านเข้าทางด้านล่างของถังและออกทางด้านบน

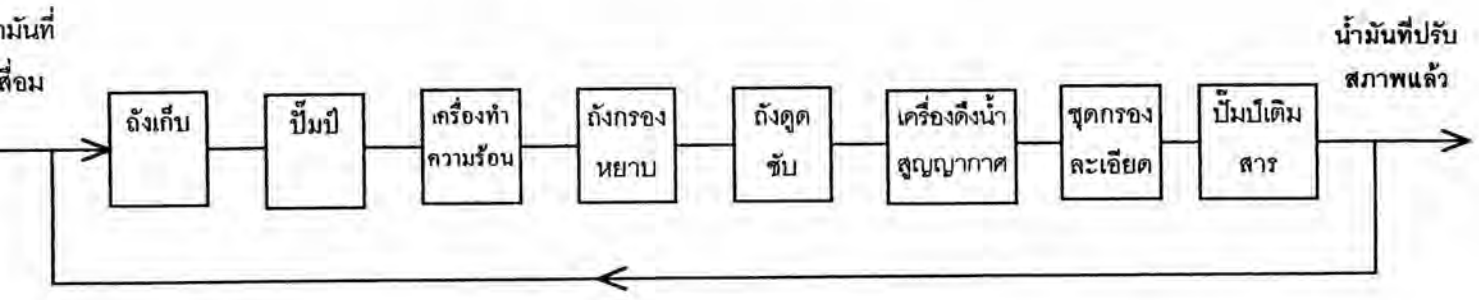
8. ถังดูดซับชนิดกวน

ใช้ขวดแก้วความจุประมาณ 3 ลิตร พร้อมเครื่องกวนซึ่งสามารถปรับอัตราการกวนได้ถึง 100 รอบต่อนาที

9. ชุดอุปกรณ์สำเร็จการปรับสภาพน้ำมัน

(ประยูร แจ้งสุทธิวรวัฒน์ และ ลิขิต ภู่เขียว , 2538)

ประกอบด้วยอุปกรณ์ย่อยต่างๆตามแผนภาพ ดังนี้



1) **ถังเก็บ** ใช้สำหรับบรรจุน้ำมันเก่า และน้ำมันที่ผ่านกระบวนการแล้ว แต่ยังไม่ผ่านกระบวนการทดสอบ เพื่อที่จะนำไปปรับปรุงสภาพต่อไป ถังมีความจุประมาณ 8000-20000 ลิตร

2) **ปั๊มปั่น** ใช้เพิ่มแรงดันให้กับน้ำมัน เพื่อให้น้ำมันไหลเวียนได้ดี ปกติใช้ปั๊มปั่นขนาด 6000-12000 ลิตร ต่อชั่วโมง

3) **เครื่องทำความร้อน** ใช้อุ่นน้ำมันให้มีอุณหภูมิ 80-90 °C เพื่อลดความหนืดทำให้ไหลได้สะดวก และช่วยให้ ดินกัมมันต์ ดูดจับสารต่างๆได้ดีขึ้น

4) **ถังกรองหยาบ** ใช้กรองสิ่งแปลกปลอมออกจากน้ำมัน เพื่อป้องกันอันตรายต่ออุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ของเครื่อง

5) **ถังดูดซับ** ใช้สำหรับปรับปรุงสภาพของน้ำมันหม้อแปลงโดยใช้ ดินกัมมันต์ แบบใดแบบหนึ่งข้างต้น เป็นสารดูดจับผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน ปกติให้น้ำมันสัมผัส ดินกัมมันต์ นานประมาณ 23 ชั่วโมง ต่อครั้ง

6) **เครื่องดึงน้ำสูญญากาศ** ใช้ดูดก๊าซ และความชื้นออกจากน้ำมัน ซึ่งจะทำให้อัตราการเกิดออกซิเดชัน ลดลง

7) **ชุดกรองละเอียด** ใช้กรองแยก ดินกัมมันต์ ที่อาจหลุดลอดจากถังดูดซับ ชุดกรอง ที่ใช้งานอยู่มีขนาด 0.5-125 ไมครอน

8) **ปั๊มปั่นเติมสาร** ใช้สำหรับเติมสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน และป้องกันการเกิดสารจำพวกเปอร์ออกไซด์

ชุดอุปกรณ์ปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงที่ใช้ในการทดลองนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ ค 5

การนำน้ำมันหม้อแปลงออกมาปรับปรุงสภาพภายนอกตัวหม้อแปลงจะทำให้มีสลัดจ์และน้ำมันหม้อแปลงที่เสื่อมคุณภาพตกค้างตามซอกมุมต่างๆของแกนเหล็ก ขดลวด และที่ถูกดูดซับในกระดาษฉนวน เมื่อเติมน้ำมันใหม่กลับเข้าไป จะเกิดการผสมกัน ทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพได้ง่ายกว่าปกติ ดังนั้นในทางปฏิบัติ จึงนิยมทำ การปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลง ภายในตัวหม้อแปลง โดยใช้น้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงสภาพแล้วไหลย้อนกลับเข้าหม้อแปลง เพื่อเป็นตัวชะล้าง สลัดจ์และน้ำมันหม้อแปลงที่เสื่อมคุณภาพออกมาเข้ากระบวนการ การปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลง ด้วยวิธีนี้เรียกว่า การปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงพร้อมการล้างหม้อแปลงไฟฟ้า น้ำมันที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงสภาพแล้วจะถูกนำไปทดสอบค่าต่างๆทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEEE จนผ่าน จึงนำไปใช้งานต่อไป หากไม่ผ่านการทดสอบจะต้องทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันต่อไป