# บทที่ 1

## บทนำ

ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะผ่านเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อแปลงให้มีแรงดันสูงทำให้สามารถจ่ายไปยังแหล่งชุมชนที่ห่างไกลได้ น้ำมันหม้อแปลงเป็นน้ำมันที่บรรจุอยู่ภายในหม้อแปลงทำหน้าที่ระบายความร้อนที่เกิดขึ้นขณะแปลงไฟ และทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้าไม่ให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าระหว่างขดลวด น้ำมันหม้อแปลงเมื่อถูกใช้งานไปนานๆ จะเสื่อมสภาพจนไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ จึงต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันใหม่ น้ำมันหม้อแปลงเก่าที่เสื่อมสภาพมากจะถูกนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงหรือนำไปทำเป็นจารบี น้ำมันหม้อแปลงเก่าที่เสื่อมสภาพไม่มากนักสามารถนำมาผ่านกระบวนการปรับปรุงสภาพให้มีลักษณะสมบัติดีขึ้นเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำให้ลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ และยังเป็นการประหยัดทรัพยากรน้ำมันของโลก

ในปัจจุบันนี้ การปรับปรุงสภาพน้ำมันหม้อแปลงดำเนินการโดยใช้วิธีไล่ความชื้นออกจากน้ำมัน แล้วใช้สารดูดซับเช่น ดินกัมมันต์ หรือ ถ่านกัมมันต์ ดูดซับสารที่เป็นเหตุให้ลักษณะสมบัติของน้ำมันหม้อแปลงเสื่อมลง ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่าการดูดซับ ( ADSORPTION ) ดินกัมมันต์ ที่ใช้ในการดูดซับนั้นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศและราคาของ ดินกัมมันต์ นับวันมีแต่จะสูงขึ้น

โดยเหตุที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีเถ้าลอยลิกไนต์ ซึ่งเกิดจากการเผาถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงอยู่เป็นจำนวนมาก จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการทดลองนำเถ้าลอยลิกไนต์มาใช้เป็นสารดูดซับ

ความเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วภายในประเทศในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา ทำให้ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นสูงในอัตราเฉลี่ย 10 -13 % ต่อปี ด้วยเหตุนี้หม้อแปลงที่ติดตั้งในระบบของการผลิตและการจ่ายไฟ ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ฯ การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำเป็นต้องเพิ่มขนาดและปริมาณของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมในประเทศ ดังนั้น การนำน้ำมันหม้อแปลงเก่าที่เสื่อมสภาพ มา

ปรับปรุงสภาพด้วยวัตถุดิบภายในประเทศ แล้วใช้ใหม่ จึงสอดคล้องกับนโยบายเศรษฐกิจที่ต้องประหยัด ทั้งภาครัฐและเอกชนในยุคปัจจุบัน

## 1.1 มูลเหตุจูงใจของการวิจัยและความเป็นมา

น้ำมันหม้อแปลงที่ใช้งานมานานจะเสื่อมสภาพลง จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันใหม่ หรือนำน้ำมันเก่ามาปรับปรุงสภาพ แต่เนื่องจาก ดินกัมมันต์ ที่ใช้เป็นสารหลักในกระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก และเห็นว่า เถ้าลอยลิกไนต์ ซึ่งได้จากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับ ดินกัมมันต์ กล่าวคือ มีปริมาณซิลิก้า ( SILICA ) และอลูมินา ( ALUMINA ) เป็นองค์ประกอบหลักรวมกันมากถึง 70 % ดังตารางที่ 1.1 ซึ่งแสดงองค์ประกอบของเถ้าลอยลิกไนต์ (%) จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะและ ดินกัมมันต์ ที่กำลังใช้งานในปัจจุบัน ตารางที่ 1.2 แสดงลักษณะสมบัติทางกายภาพของเถ้าลอยลิกไนต์

**ตารางที่ 1.1** องค์ประกอบของเถ้าลอย จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะและ ดินกัมมันต์ (%)

| สารดูดซับ | $Fe_2O_3$ | $MnO_2$ | $TiO_2$ | CaO | $K_2O$ | $SO_3$ | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | MgO | $Na_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เถ้าลอย 1 | 10.53 | 0.11 | 0.35 | 9.27 | 2.75 | 0.12 | 32.05 | 26.18 | 2.85 | 0.53 |
| เถ้าลอย 2 | 9.97 | 0.11 | 0.33 | 9.09 | 2.77 | 0.18 | 32.33 | 26.18 | 2.82 | 0.30 |
| ดินกัมมันต์ 1 | 2.23 | 0.09 | 0.016 | 1.60 | 1.19 | 0.03 | 58.16 | 12.22 | 3.13 | 0.33 |
| ดินกัมมันต์ 2 | 2.23 | 0.10 | 0.15 | 1.55 | 1.19 | 0.05 | 59.28 | 12.03 | 3.10 | 0.31 |

**ตารางที่ 1.2** ลักษณะสมบัติทางกายภาพของเถ้าลอยลิกไนต์

| | |
|---|---|
| ความถ่วงจำเพาะ | 1.99 - 2.51 |
| พื้นที่ผิวจำเพาะ ( $m^2/kg$ ) | 270.6 - 295.7 |
| น้ำหนักที่สูญหายขณะเผา (%) | 0.63 - 0.69 |
| ความหนาแน่นรวม ( $kg/m^3$ ) | 1261.2 - 1268.1 |

เถ้าลอยลิกไนต์เป็นสิ่งเหลือจากการเผาไหม้ที่มีขนาดเล็กมากในระดับอนุภาคซึ่งสามารถลอยไปกับอากาศเสียจนกระทั่งออกสู่บรรยากาศภายนอก ส่วนเถ้าที่มีขนาดใหญ่จะตกลงสู่ใต้เตาเผาเรียกว่าเถ้าหนัก โดยทั่วไปกากของเสียจากการเผาไหม้ถ่านหินจะเป็นเถ้าลอยประมาณ 70 %

จากตารางที่ 1.1 จะเห็นว่า อัตราส่วนของ $SiO_2$ / $Al_2O_3$ ของเถ้าลอยลิกไนต์มีค่าประมาณ 1.6 และของ ดินกัมมันต์ มีค่าประมาณ 4.8 จึงน่าจะมีลักษณะสมบัติของการดูดซับคล้ายดินกัมมันต์ อีกทั้งเถ้าลอยลิกไนต์ ผ่านการถูกเผาที่อุณหภูมิสูงในลักษณะคล้ายกับการผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยความร้อน ( HEAT ACTIVATION ) จึงน่าจะมีลักษณะสมบัติการดูดซับที่เหมาะสมยิ่งขึ้น อนึ่ง ผู้วิจัยเคยนำเถ้าลอยลิกไนต์ มาละลายน้ำพบว่าสารละลายมีฤทธิ์เป็นด่างมิได้เป็นกรด จึงมั่นใจว่าการใช้เถ้าลอยลิกไนต์ เพื่อปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงจะไม่ทำให้ความเป็นกรดของน้ำมันสูงขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยเคยนำเถ้าลอยลิกไนต์มาละลายด้วยกรดเกลือ เพื่อละลายสารประกอบออกไซด์ของเหล็ก และของอลูมิเนียมให้อยู่ในรูปเกลือคลอไรด์ของเหล็ก และของอลูมิเนียม เพื่อเปลี่ยนเป็นสารตกตะกอน ( COAGULANT ) ใช้ในระบบน้ำทิ้ง กากที่เหลืออยู่น่าจะมีอัตราส่วนของ $SiO_2$/ $Al_2O_3$ สูงขึ้นใกล้เคียงกับ ดินกัมมันต์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

**1)** เพื่อศึกษาผลของการดูดซับของเถ้าลอยลิกไนต์ ที่มีต่อลักษณะสมบัติของน้ำมันหม้อแปลง ได้แก่ ความต่างศักย์สูงสุดที่ยังคงความเป็นฉนวนได้ หรือ ไดอิเลกทริก เบรคดาวน์ โวลเตจ ( DIELECTRIC BREAKDOWN VOLTAGE ) แรงตึงผิว ( INTERFACIAL TENSION หรือ IFT ) ความสูญเสียทางฉนวน ( DISSIPATION FACTOR หรือ POWER FACTOR ) ปริมาณความชื้น และ สี

**2)** ศึกษาความเหมาะสมในการใช้ เถ้าลอยลิกไนต์ทดแทน ดินกัมมันต์ โดยพิจารณาจาก

**2 ก.** หาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปริมาณเถ้าลอยลิกไนต์กับน้ำมันหม้อแปลง

**2 ข.** ประมาณค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้ เถ้าลอย กับการใช้ ดินกัมมันต์

## 1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย

1) ทดลองวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงด้วยเถ้าลอยลิกไนต์ จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 90 ไมครอน และดินกัมมันต์

2) น้ำมันหม้อแปลงที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำมันที่ใช้กับหม้อแปลงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และเป็นชนิดปราศจากสารพีซีบี

3) การทดลองวิจัยนี้ใช้วิธีศึกษาการดูดซับโดยกระบวนการสัมผัสที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ และ กระบวนการซึมผ่านที่อุณหภูมิ 80 $^{o}C$ และอัตราการไหลสูงสุดไม่เกิน 1200 ลิตรต่อชั่วโมง

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ

1) สามารถนำเถ้าลอยลิกไนต์ ซึ่งเป็นกากของเสียที่มีอยู่จำนวนมากมาใช้แทน ดินกัมมันต์ ในการปรับสภาพน้ำมันหม้อแปลงให้เกิดประโยชน์ เป็นการเพิ่มมูลค่าของเถ้าลอยลิกไนต์ และลดการนำเข้าดินกัมมันต์

2) เป็นแนวทางในการนำเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าหรือโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยมาประยุกต์ใช้ทางด้าน การดูดซับ กับงานอื่นๆต่อไป

3 ) ลดภาระค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการจัดซื้อจากต่างประเทศ