

## การเลือกใช้วิธีการป้องกันและบรรเทาปัญหา Corrosive sulfur

ปัญหา Corrosive Sulfur ได้เข้ามามีบทบาทต่อหม้อแปลงไฟฟ้าและได้รับความสนใจในระดับนานาชาติ เนื่องจากมีหม้อแปลงไฟฟ้าเกิดความเสียหาย ขณะที่อยู่ในสภาวะการใช้งานปกติโดยไม่มีสัญญาณเตือนผ่านการตรวจวัด Dissolved Gas Analysis (DGA) ซึ่งปัญหา Corrosive Sulfur นั้นไม่ได้มีสาเหตุมาจากสารประกอบซัลเฟอร์ทุกชนิดในน้ำมันหม้อแปลง มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ผลกระทบเบื้องต้นของปัญหา Corrosive Sulfur คือ เกิด copper sulfides ( $Cu_2S$ ) บนพื้นผิวทองแดงที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและไปเกาะอยู่บนกระดาษฉนวน ซึ่งสาเหตุนี้นำไปสู่ความเสียหายแก่หม้อแปลงไฟฟ้า

### อุปกรณ์กลุ่มเสี่ยง

อุปกรณ์ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง นอกจาก Power transformers, Shunt Reactors, HVDC แล้ว จากการศึกษาของคณะทำงาน (working group) ต่าง ๆ เช่น DOBLE, CIGRE, ABB แนะนำให้พิจารณาอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

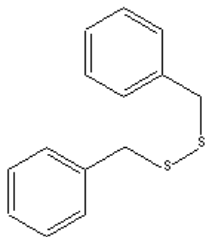
1. อุปกรณ์ที่ผลิตตั้งแต่ปี 1999 จนถึงปัจจุบัน
2. Sealed units (gas blanketed, sealed conservators, etc)
3. อุปกรณ์ซึ่งทำงานที่อุณหภูมิสูงๆตลอดเวลา เช่น generator step up units
4. น้ำมันไม่ผ่านการทดสอบ ASTM D1275B และ CCD (Cover Corrosion and Deposition)
5. ระดับแรงดันสูงกว่า 35 kV เช่น สูงกว่าระดับ distribution voltage
6. Kraft paper ที่ไม่ได้ enameled หรือเคลือบ varnish ที่ขดลวดทองแดง
7. อุปกรณ์ที่เกิดปัญหาจากการออกแบบ เช่น เกิด localized overheating, high stresses

### วิธีการป้องกันและบรรเทาปัญหา

กรณีพบว่าน้ำมันไม่ผ่านการทดสอบ Corrosive sulfur (ASTM D1275-Copper) คืออยู่ในระดับ 4a - 4b (corrosion) ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหา Copper sulfide จึงมีวิธีการป้องกันและบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

**การเติมสาร Passivator** เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก ประหยัดและในขณะนี้ยังไม่พบผลข้างเคียง ซึ่งสารที่นิยมใช้ คือ Benzotrizol (BTA) และ Irgamet 39 ซึ่งเป็นชื่อทางการค้าจาก CIBA โดยสาร Passivator นี้ยังมีอีกหลายแบบและหลายยี่ห้อขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

**การกำจัดสารประกอบ Corrosive sulfur** เช่น Dibenzyl disulfide (DBDS) ในน้ำมัน จากงานวิจัยพบว่า เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา Corrosive sulfur



**รูปที่ 1** แสดงโครงสร้างสารประกอบ Dibenzyl disulfide (DBDS)

**การเปลี่ยนน้ำมัน** จะรวมทั้งการเปลี่ยนน้ำมันบางส่วนและการเปลี่ยนน้ำมันทั้งหมด ในวิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายสูง และในการเปลี่ยนน้ำมันบางส่วนไม่ได้ช่วยให้ Corrosive sulfur หายไปแต่เป็นการเจือจางเท่านั้นและน้ำมันอาจจะยังคงเกิด corrosive อยู่ เนื่องจากถ้าเติมน้ำมันที่ corrosive เพียง 2-3% ลงในน้ำมันที่ไม่ corrosive ก็สามารทำให้ น้ำมันนั้นเกิด corrosive ได้

**การปรับปรุงสภาพในการใช้งาน** เป็นการควบคุมอุณหภูมิและโหลดในการใช้งาน เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่เร่งอัตราการฟอร์มตัวของ  $\text{Cu}_2\text{S}$  และเมื่อหม้อแปลงรับโหลดหนักจะส่งผลให้อุณหภูมิในการใช้งานสูงขึ้น

### ข้อแนะนำในการดำเนินการ

ทดสอบ Corrosive sulfur ตามมาตรฐาน ASTM D1275 (copper) สามารถพิจารณาได้ดังนี้

1. ผลทดสอบพบค่าอยู่ในเกณฑ์ non corrosion (1a-3b) สามารถใช้งานได้ตามปกติ
2. ผลทดสอบพบค่าอยู่ในเกณฑ์ corrosion (4a-4c) สมควรทดสอบ Dibenzyl Disulfide (DBDS) เพิ่มเติม และพิจารณาผล ดังนี้
  - ค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (น้อยกว่า 10 mg/kg) สามารถใช้งานได้
  - ค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สมควรเลือกวิธีบรรเทาปัญหาจากข้อมูลในข้างต้น

### สรุป

จากวิธีการป้องกันและบรรเทาปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การเติมสาร Passivator (Irgamet 39) เป็นวิธีการที่ป้องกันการเกิดปัญหา copper sulfide เบื้องต้น ทำได้ง่าย สะดวก ประหยัดและไม่ต้องดับไฟ และไม่เกิดผลข้างเคียงกับอุปกรณ์ แต่ในระยะเวลาานาน ๆ ยังไม่ทราบว่าจะเกิดผลข้างเคียงหรือไม่ จึงควรเลือกเติมเฉพาะลูกที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงและมีแนวโน้มเท่านั้น การเติมสาร Passivator ไม่ได้เป็นการรับประกันว่าจะไม่เกิดความเสียหายขึ้น เนื่องจากมีบทความเกี่ยวกับความเสียหายของ Shunt Reactor ที่บราซิล ทั้งที่มีการเติมสาร Passivator โดยมีการอธิบายว่าน้ำมันในอุปกรณ์เหล่านั้นได้รับการเติมสาร Passivator ที่สลายเกินไป เนื่องจากที่กระดามี  $\text{Cu}_2\text{S}$  ไปสะสมอยู่ก่อนแล้ว ดังนั้นการดูดซับสาร Passivator จากน้ำมันไปสู่ขดลวดจึงไม่มีผล การแก้ไขปัญหาคควรจะแก้ที่ต้นเหตุ โดยการกำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำมัน (DBDS) ที่ก่อให้เกิดปัญหา copper sulfide