ธีระพงษ์ บุญรักษา : ลักษณะจำเพาะของวอเทอร์ทรีอิงในสายเคเบิลแรงสูงใต้ดินฉนวนพอลิเอทิลีนแบบเชื่อมขวางสำหรับระบบจำหน่าย 22 kV (CHARACTERISTICS OF WATER TREEING IN XLPE INSULATED HIGH VOLTAGE UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV DISTRIBUTION SYSTEM) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเรือง มะรังศรี, 162 หน้า.

สายเคเบิลแรงสูงฉนวนพอลิเอทิลีนแบบเชื่อมขวาง (XLPE) กำลังเป็นที่ต้องการของระบบส่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าทั่วโลก เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและทางไฟฟ้าที่ดีเยี่ยม ถึงแม้ว่าวัสดุ XLPE จะมีคุณสมบัติความเป็นฉนวนที่ดีสำหรับการใช้งานด้านไฟฟ้าแรงสูง แต่การเสื่อมอายุของวัสดุ XLPE ก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้หลังจากเวลาผ่านไปในการให้บริการภายใต้ความเครียดต่าง ๆ การเสื่อมสภาพที่สำคัญที่อาจเกิดขึ้นกับสายเคเบิล XLPE เมื่อมีการสัมผัสกับความชื้นและความเครียดไฟฟ้า ที่เป็นที่รู้จักกัน คือ ปรากฏการณ์วอเทอร์ทรีอิง การเกิดขึ้นของวอเทอร์ทรีอิงจะนำไปสู่ความล้มเหลวของสายเคเบิล ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับวอเทอร์ทรีอิงจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายเคเบิล งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเครียดไฟฟ้า อุณหภูมิและสารละลายไอออนิกชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดวอเทอร์ทรีอิงในสายเคเบิลแรงสูงฉนวน XLPE การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบเร่งการเสื่อมอายุของสายเคเบิล 22 kV ฉนวน XLPE 1500 ชั่วโมง และการทดสอบวอเทอร์ทรีอิงในแผ่นฉนวน XLPE โดยใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 7 kV_{rms} ความถี่ 1000 Hz โดยใช้สารละลายไอออนิกที่มีความเข้มข้น 0.01 mol/l ซึ่งประกอบด้วย สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) ไอรอนซัลเฟต ($FeSO_4$) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และโพแทสเซียมซัลเฟต (KSO_4) การวิเคราะห์ผลทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีการตรวจพบวอเทอร์ทรีอิงสองประเภท คือ วอเทอร์ทรีอิงแบบคล้ายครีบและวอเทอร์ทรีอิงแบบคล้ายโบว์ วอเทอร์ทรีอิงแบบคล้ายโบว์มีการเจริญเติบโตขึ้นภายในฉนวนของสายเคเบิลและวอเทอร์ทรีอิงแบบคล้ายครีบเริ่มเกิดจากปลายของเข็มน้ำที่ถูกเจาะไว้ สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมซัลเฟตมีแนวโน้มที่ดีต่อการเจริญเติบโตและการขยายตัวของวอเทอร์ทรีอิง วอเทอร์ทรีอิงแบบคล้ายโบว์มีการเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิสูง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้มีการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค FTIR ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีที่มีการเพิ่มขึ้นของพันธะ C=C

ที่แสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาคาร์บอนไนเซชันและพันธะ C=O แสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเพิ่มขึ้นของทั้งสองพันธะแสดงถึงการเสื่อมสภาพของฉนวน XLPE

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

TERAPONG BOONRAKSA : CHARACTERISTICS OF WATER TREEING IN XLPE INSULATED HIGH VOLTAGE UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV DISTRIBUTION SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. BOONRUANG MARUNGSRI, D. Eng., 162 PP.

WATER TREEING/IONIC SOLUTIONS/CROSS-LINKED POLYETHYLENE/ WATER TREEING EXPANSION

Cross-linked polyethylene (XLPE) insulated high voltage cables are being preferred by electrical power transmission and distribution systems worldwide due to excellent physical, chemical and dielectric properties. Although, XLPE material having good dielectric properties for high voltage applications, ageing of XLPE material cannot avoidable after long time in service under various stress. The degradation can occur with XLPE cable when exposed to moisture and electrical stress well-known is water treeing. The occurrence of water treeing leads to cable failure. So, knowledge of water treeing is very important for improving performance of cable. This thesis studied effect of various factors, i.e. electrical stress, temperature and ionic solutions species, to the occurrence of water treeing in XLPE insulated high voltage cable. The test was divided into 2 parts: accelerated aging test of 22 kV XLPE insulated cable of 1500 hrs and testing of XLPE insulation disc by use 7 kV AC_{rms}, 1000 Hz. Ionic solutions of 0.01 mol/l concentration are composed of $CuSO_4$, NaCl, KNO_3, $FeSO_4$, Na_2SO_4 and KSO_4. The physical analysis results obtain from microscopic analysis system. Two types, Vented and bow-tie water treeing were observed from the study results. Bow-tie water treeing are grows inside the insulation of XLPE cable and Vented water treeing occurrence from tip of the water needle.

$CuSO_4$ and Na_2SO_4 solutions exhibit a much stronger propensity toward water treeing expansion. Bow-tie water treeing are grows well in high temperature. Chemical change was analyzed using FTIR spectroscopy technique. FTIR spectroscopy show chemical analysis results, increasing of C=C bonds (Carbonization) and C=O bonds (Oxidation) was observed.

School of Electrical Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2014 Advisor's Signature_____