หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

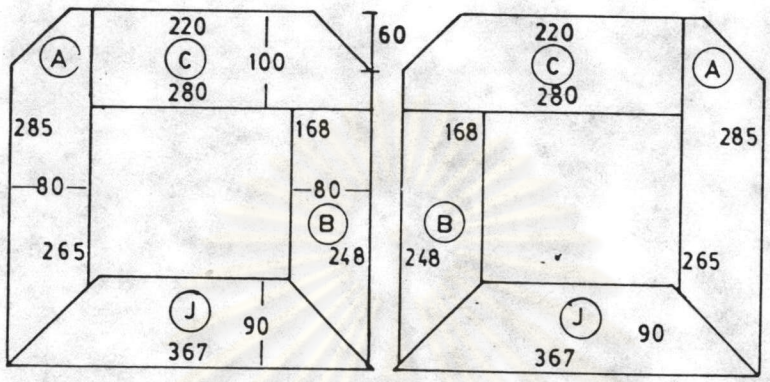
บทที่ 4

การประกอบสร้างหม้อแปลงทดสอบ

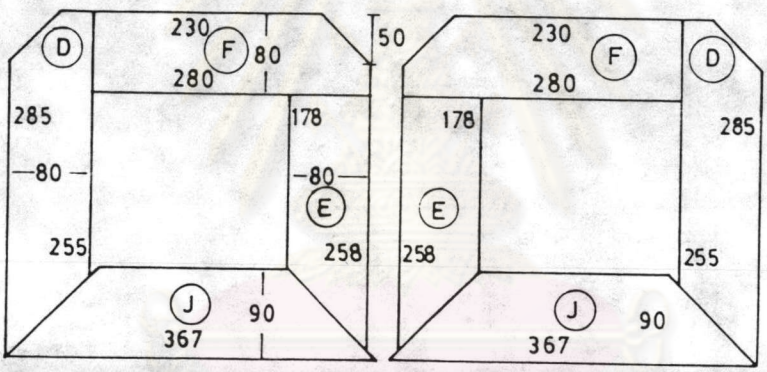
โครงสร้างของหม้อแปลงทดสอบประกอบด้วย แกนเหล็ก ขดลวด การฉนวน และตัวถัง ซึ่งได้ออกแบบไว้แล้วในบทที่ 3 บทนี้จะกล่าวถึงการประกอบสร้างหม้อแปลงทดสอบ

4.1 การประกอบแกนเหล็ก

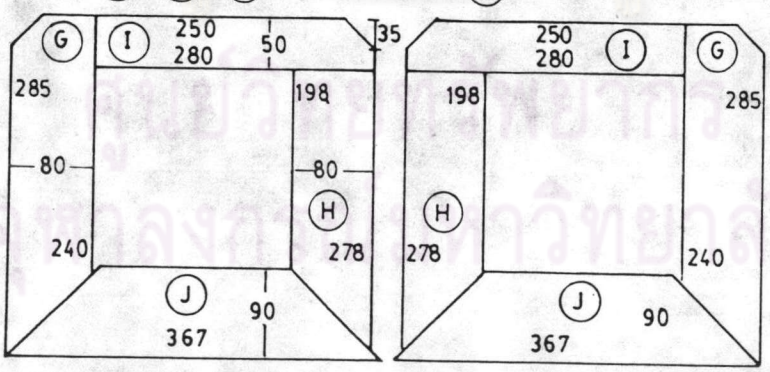
จากรูปร่างและขนาดของแกนเหล็กในรูปที่ 3.5 ประกอบสร้างขึ้นด้วยแผ่นเหล็กซิลิคอน Z7H มาเรียงซ้อนกันให้ได้ขนาดและรูปร่างตามต้องการ คอร์ที่ใช้สวมขดลวดมีลักษณะพื้นที่ภาคตัดขวางเป็นขั้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า 3 ขั้น บรรจุอยู่ในวงกลม ส่วนโยักที่เหลือจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยทั่วไปแกนเหล็กจะออกแบบเป็นขั้นสี่เหลี่ยมให้ใกล้เคียงวงกลมมากที่สุด เพื่อความแข็งแรงเชิงกลแรงกระทำในแนวรัศมีมีค่าเท่ากัน หากรูปทรงของแกนเหล็กที่เป็นโยักและคอร์เหมือนกัน สามารถเรียงแกนเหล็กเข้ามุม 45 องศาได้ การสูญเสียแอมแปร์-เทิร์น ในแกนเหล็กจะมีค่าน้อยกว่าการเรียงแบบชนกัน 90 องศา [6] เหตุผลที่ไม่ได้ออกแบบโยักให้เป็นลักษณะวงกลม เนื่องจากขนาดของถังหม้อแปลงทดสอบมีขีดจำกัดเรื่องพื้นที่บรรจุแกนเหล็ก ขนาดพื้นที่เนื้อแกนเหล็กที่เท่ากันลักษณะสี่เหลี่ยมจะใช้พื้นที่บรรจุเล็กกว่าลักษณะวงกลม ดังนั้นรอยต่อระหว่างแกนเหล็กแบบสี่เหลี่ยมกับแบบวงกลมจะวางชนกัน 90 องศา เพราะไม่สามารถวางเข้ามุม 45 องศาได้ ส่วนรอยต่อระหว่างแกนเหล็กแบบสี่เหลี่ยมด้วยกันจะวางเข้ามุม 45 องศา จำนวนแผ่นเหล็กซิลิคอนตามขนาดและรูปร่างในรูปที่ 4.1 แสดงไว้ในตารางที่ 4.1



(A) = (B) = (C) = (D) = (E) = (F) = 2 × 58 = 116 แผ่น



(G) = (H) = (I) = 2 × 38 = 76 แผ่น (J) = 308 แผ่น



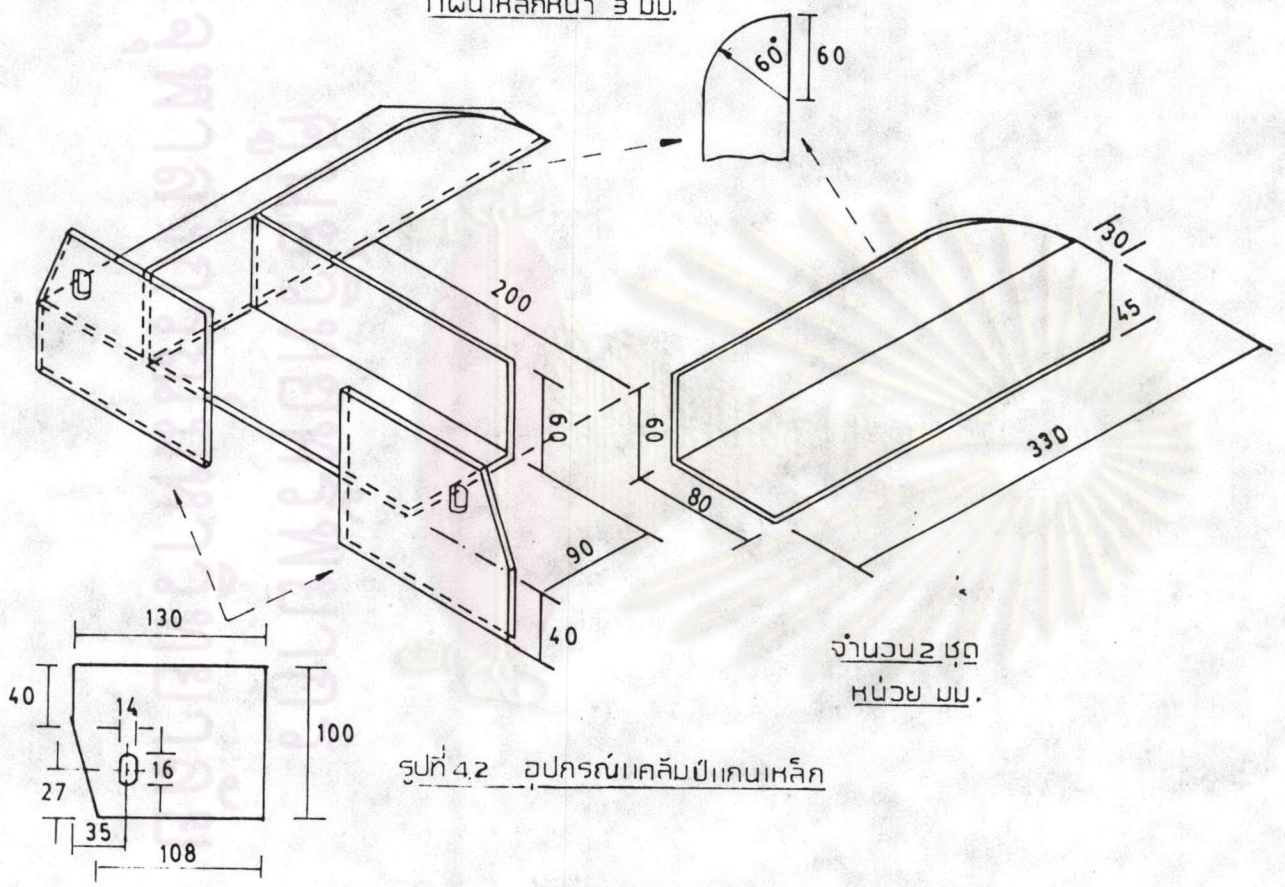
รูปที่ 4.1 รูปร่างและขนาดของแผ่นเหล็กซิลิคอนที่ประกอบสร้างเป็นแกนเหล็ก

ตารางที่ 4.1 จำนวนแผ่นเหล็กแต่ละขนาด

แบบ	จำนวนแผ่นเหล็กแต่ละข้าง	รวม (แผ่น)	หมายเหตุ
A	58	116	โย้ก
B	58	116	โย้ก
D	58	116	โย้ก
E	58	116	โย้ก
G	38	76	โย้ก
H	38	76	โย้ก
C	58	116	คอร์
F	58	116	คอร์
I	38	76	คอร์
J	308	308	โย้ก

แกนเหล็กที่ประกอบเสร็จจะยึดด้วยแคล้มป์ที่มีลักษณะดังรูปที่ 4.2 ฐานแคล้มป์มีรู 4 รู เพื่อสวมลงบนน็อตที่ฝังอยู่ในฝาล่างของถังหม้อแปลง ยึดแกนเหล็กให้แน่นติดกับฝาถัง อุปกรณ์แคล้มป์ได้ทำการลบมุมแหลมและขอบคมให้มีลักษณะมนเรียบ เพื่อป้องกันการเกิดโคโรน่า พ่นสีกันสนิมและเคลือบด้วยฉนวนวานิช ระหว่างแคล้มป์กับแกนเหล็กใช้กระดาษอัดแรงหนา 2 มม.กั้นไว้ ภาพถ่ายแกนเหล็กพร้อมอุปกรณ์แคลมป์ที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว แสดงไว้ในรูปที่ 4.3 มีน้ำหนักรวมประมาณ 60 กิโลกรัม

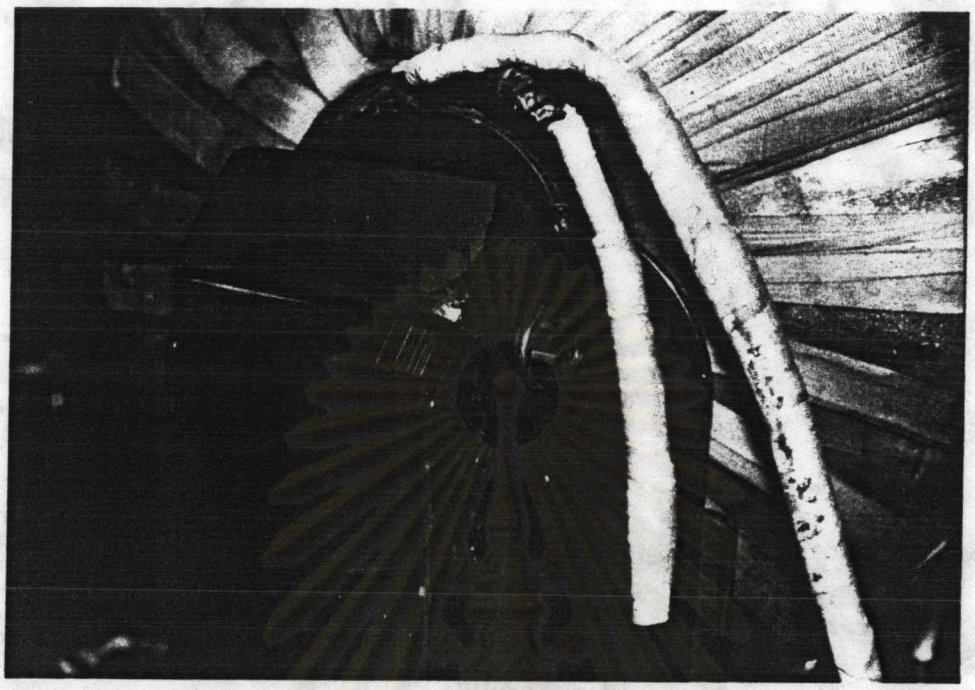
แผ่นเหล็กหนา 3 มม.

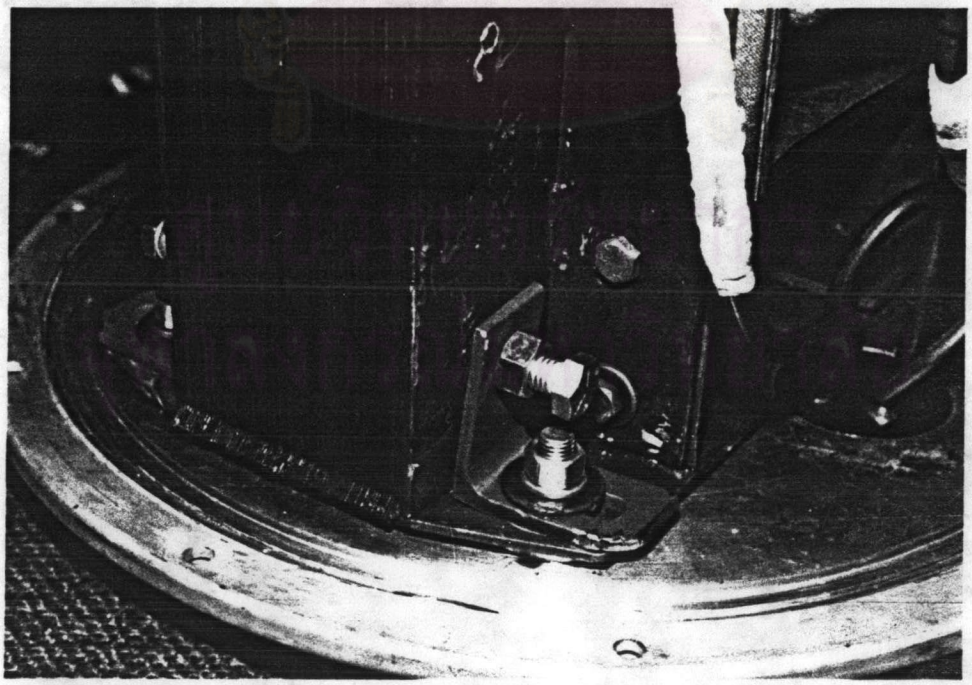


จำนวน 2 ชุด

หน่วย มม.

รูปที่ 4.2 อุปกรณ์แคล้มป์แคนเหล็ก





รูปที่ 4.3 ภาพถ่ายแกนเหล็กหม้อแปลงพร้อมอุปกรณ์เคลัมป์

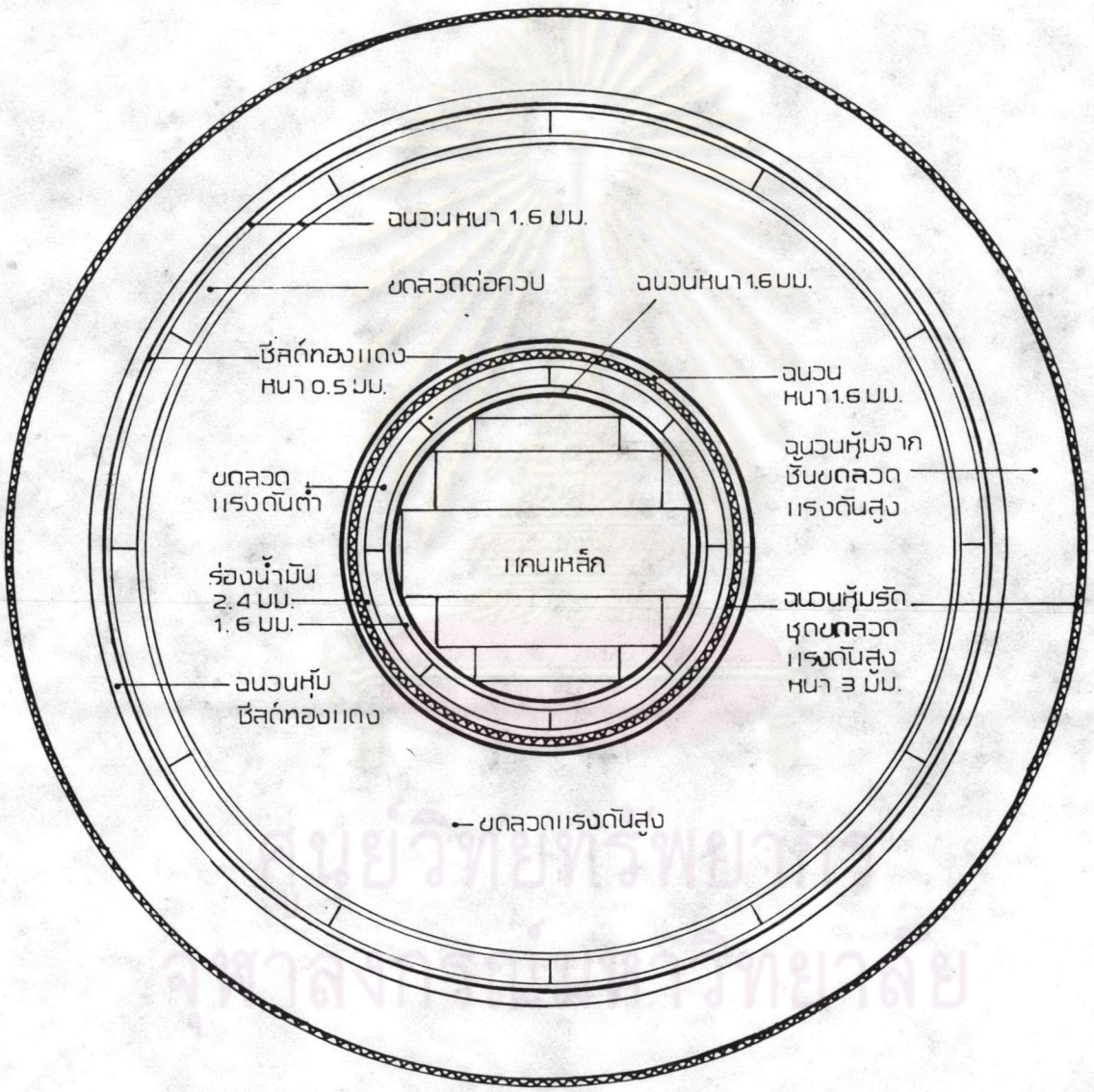
4.2 ขดลวดและการฉนวน

ขดลวดแรงดันต่ำ ขดลวดแรงดันสูง และขดลวดต่อควบเป็นขดลวดชนิด PVF พันแบบขดลวดชั้นทรงกระบอก ขดลวดทั้งหมดประกอบอยู่ในคอร์ด้านบนของแกนเหล็ก ภาพตัดการพันขดลวดและการฉนวนแสดงไว้ในรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5

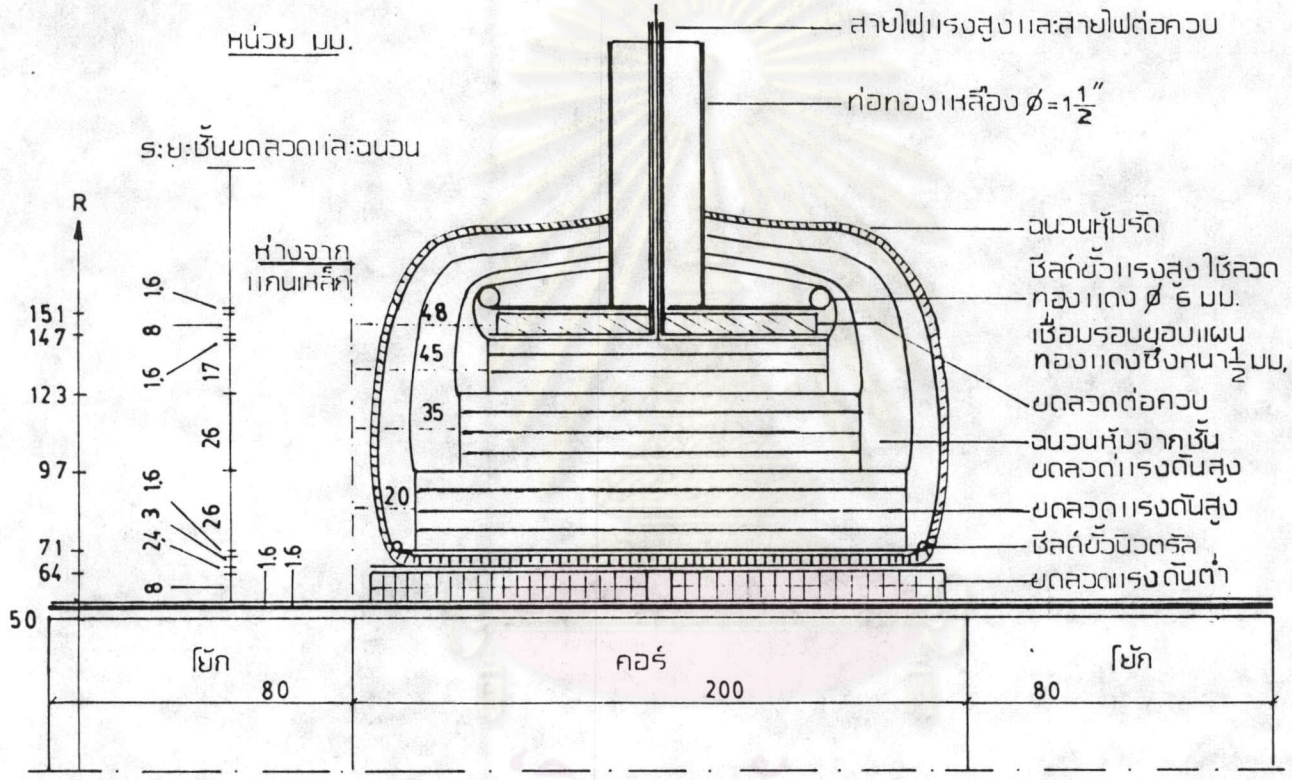
ปลายขั้วนิวตรัล และปลายขั้วแรงดันสูงของขดลวดแรงดันสูง จะเชื่อมอยู่กับชีลด์ทองแดง โดยที่ชีลด์ทองแดงทั้งสองนี้จะต้องไม่ครบวงจร มีระยะห่างประมาณครึ่งเซ็นติเมตร ภาพถ่ายแผ่นชีลด์ทองแดง แสดงไว้ในรูปที่ 4.6

ขั้นตอนการพันขดลวดแรงดันต่ำ ขดลวดแรงดันสูง ขดลวดต่อควบ และการหุ้มด้วยกระดาษฉนวนที่ได้จากกระดาษฉนวนระหว่างชั้นขดลวด โดยตัดเป็นซี่ ๆ หุ้มรัดขดลวดแรงดันสูง แสดงไว้ในรูปที่ 4.7 ถึงรูปที่ 4.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

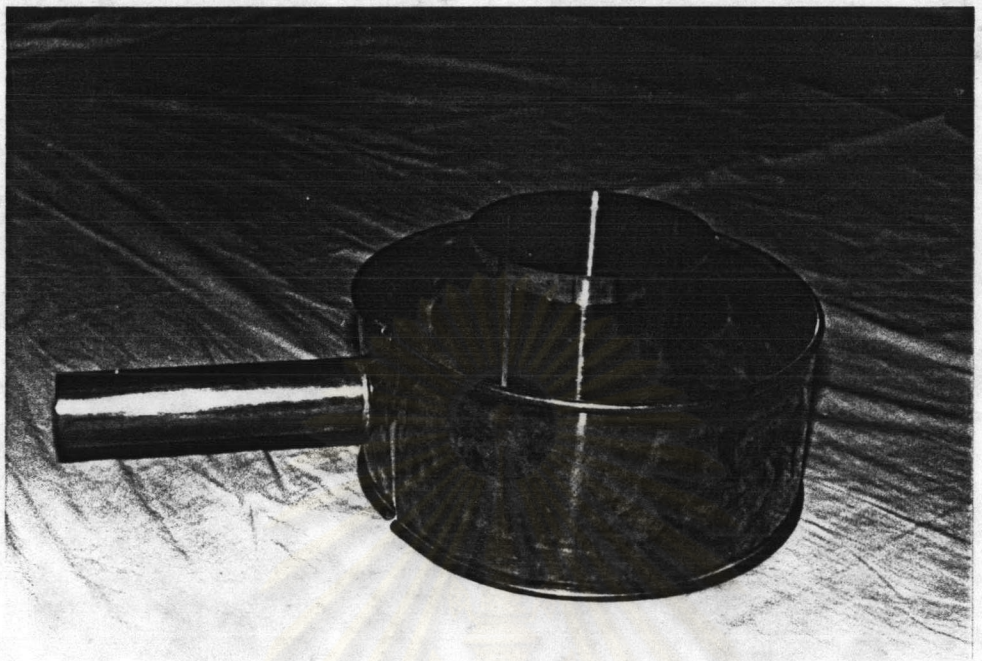


รูปที่ 4.4 ภาพตัดขวางของยดลวด ตามแนวขวางแกนเหล็ก

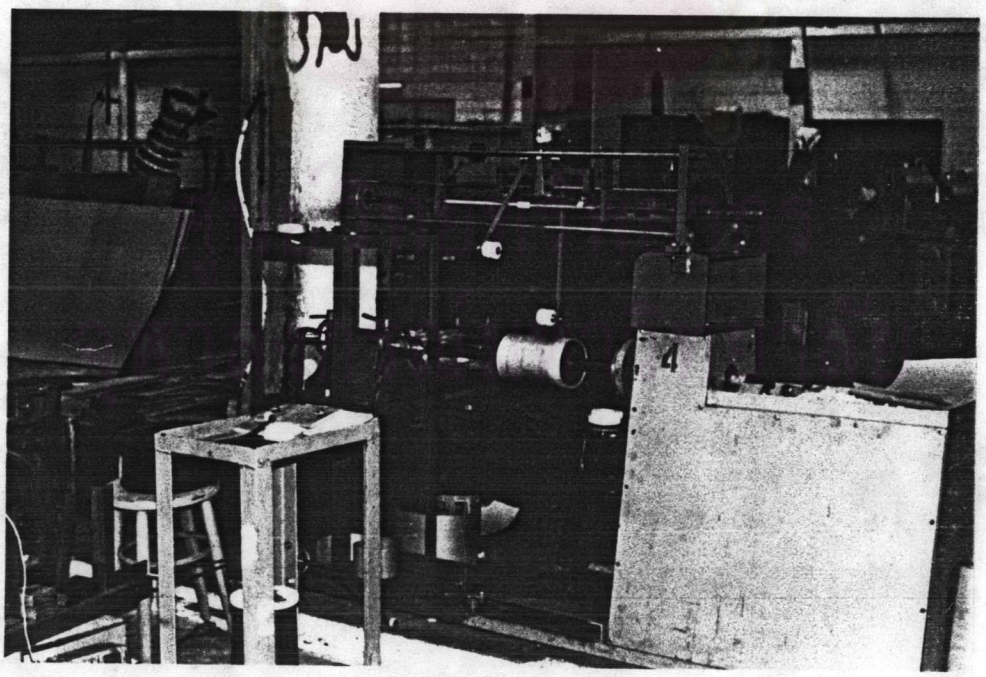


รูปที่ 4.5 ภาพตัดของยึดลวด ตามแนวแกนเหล็ก

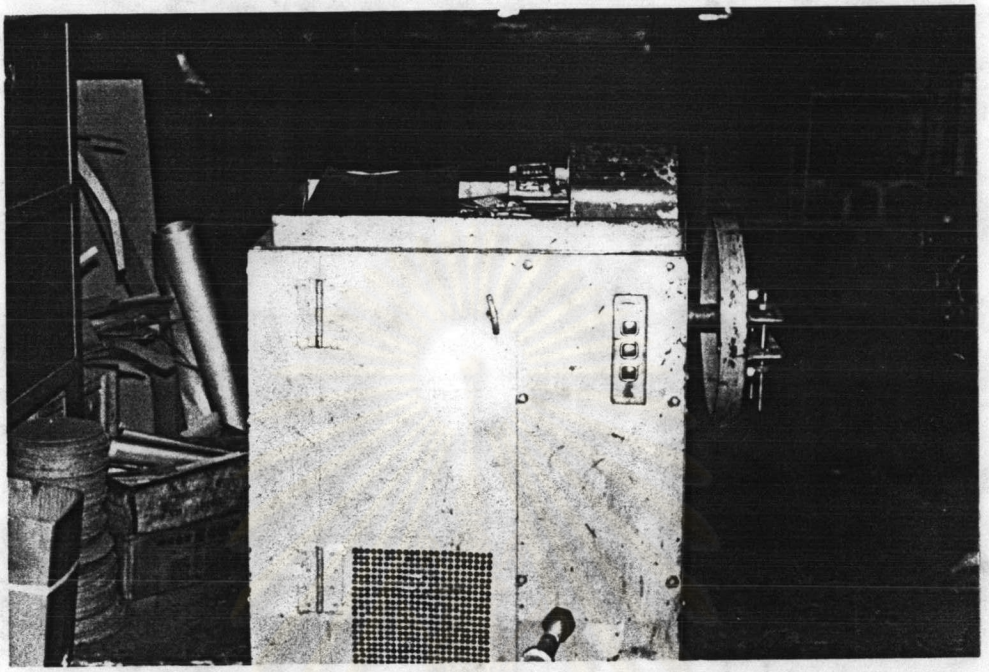
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



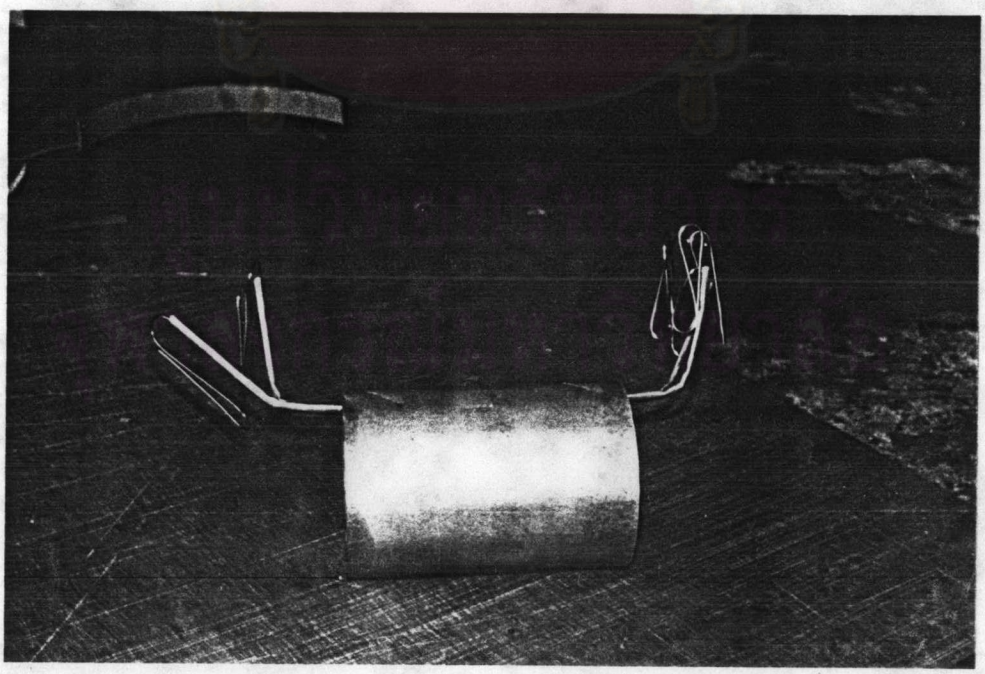
รูปที่ 4.6 ซีลค์ทองแดงของขดลวดแรงดันสูง



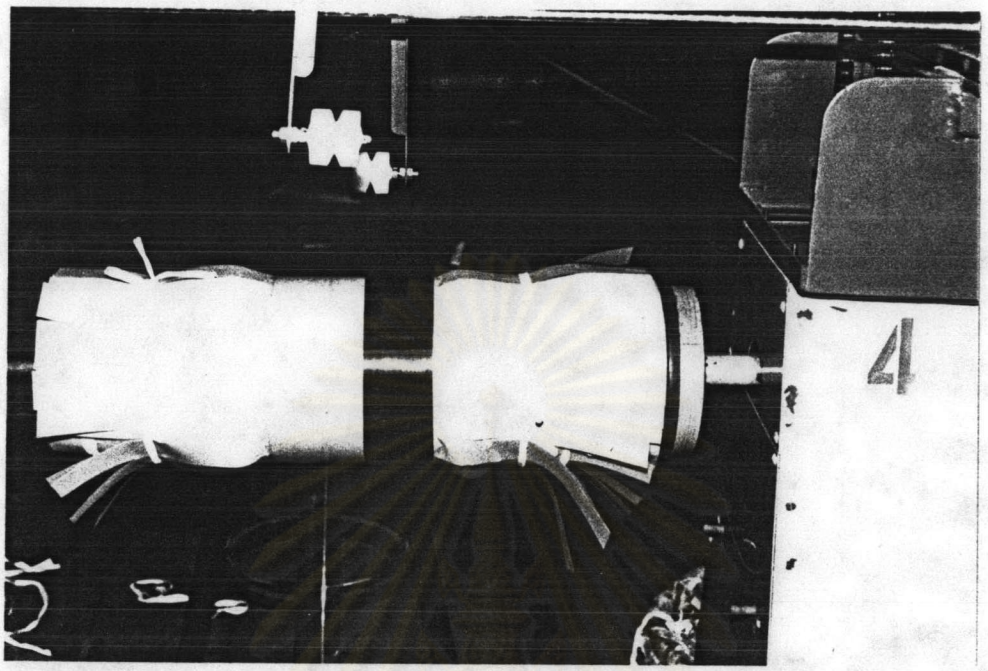
รูปที่ 4.7 เครื่องพันขดลวดแรงดันสูง



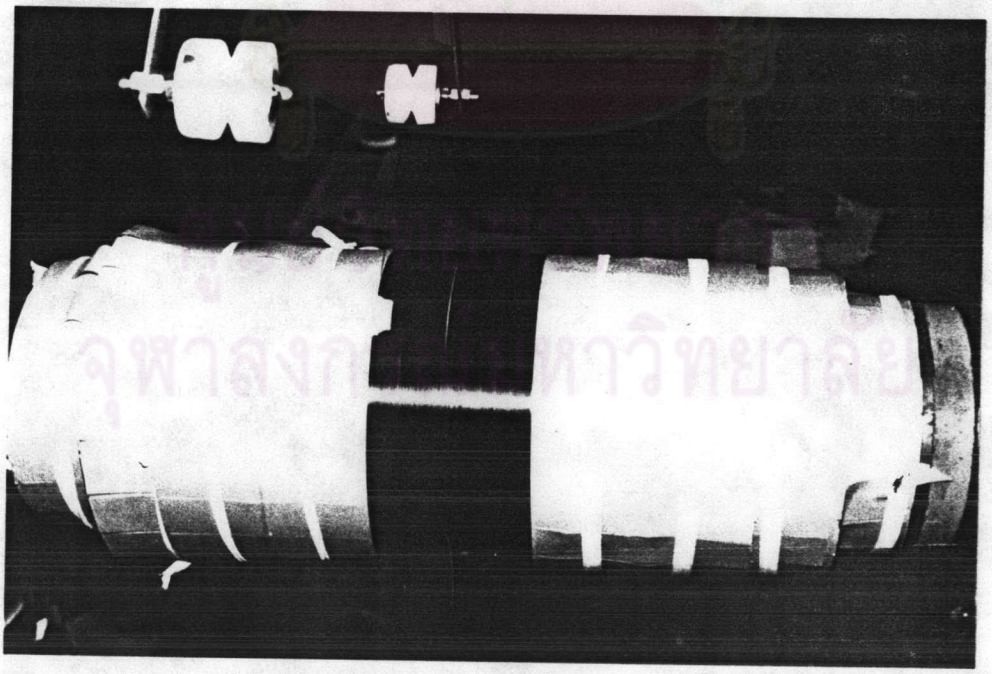
รูปที่ 4.8 เครื่องพันขดลวดแรงดันต่ำ

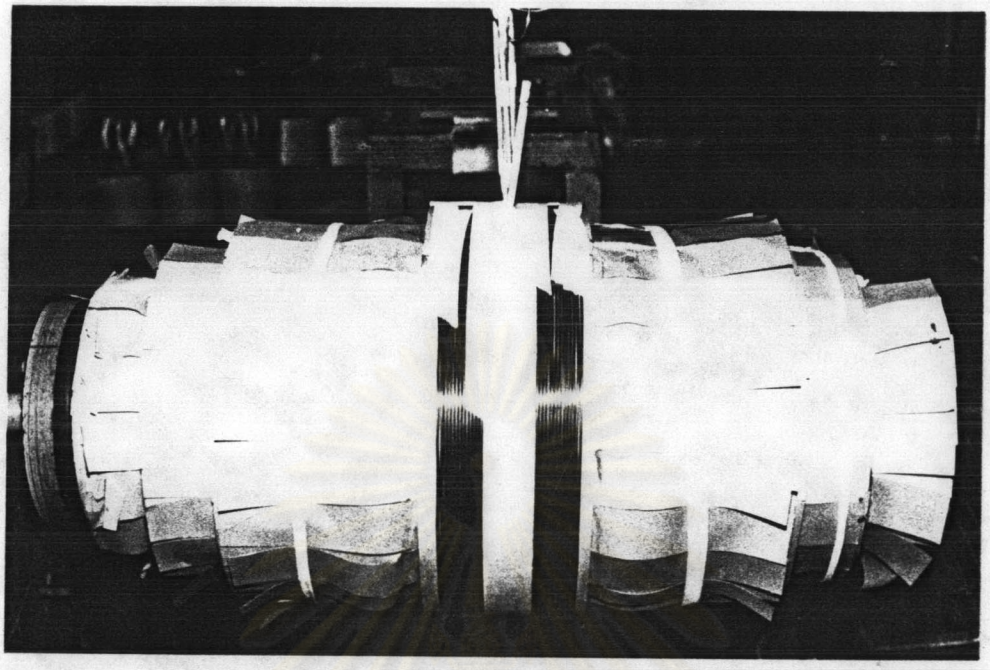


รูปที่ 4.9 ขดลวดแรงดันต่ำที่พันเสร็จแล้ว

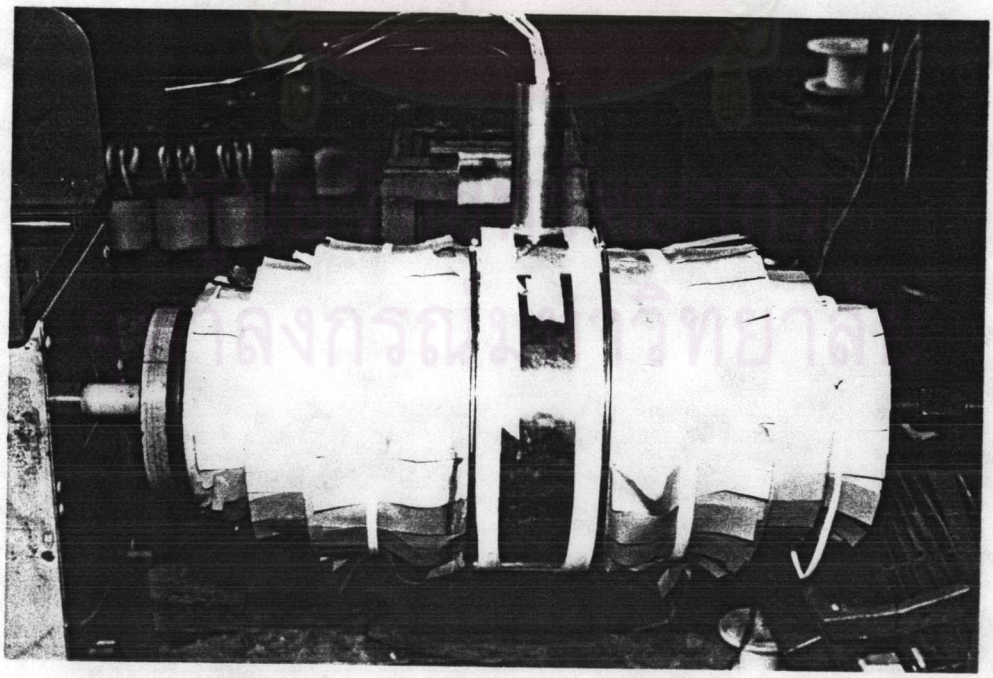


รูปที่ 4.10 การพันขดลวดชั้นแรงดันสูง

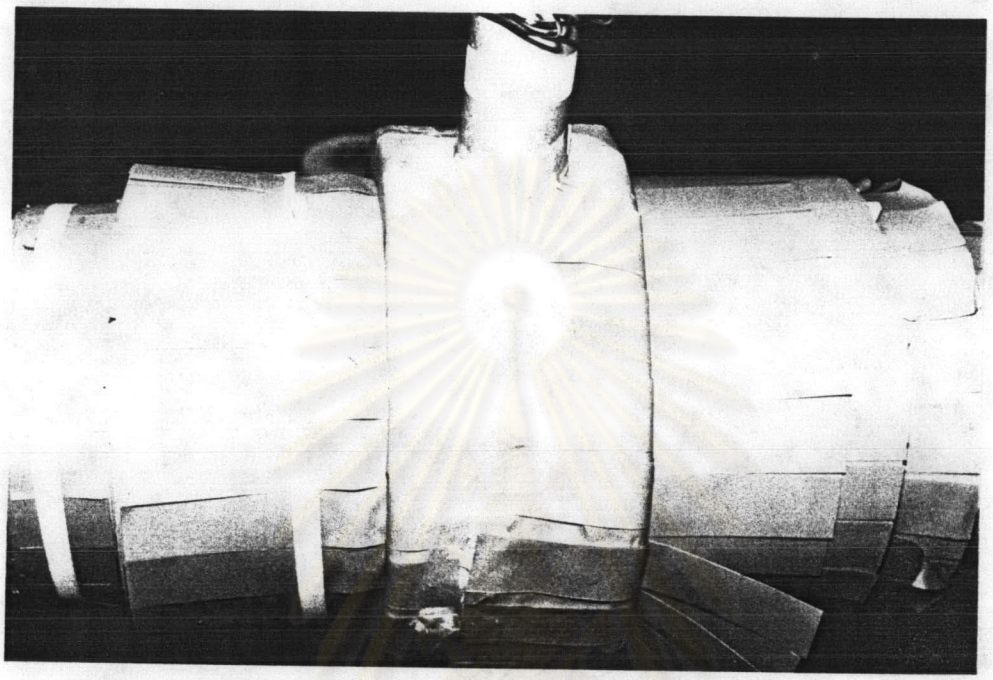




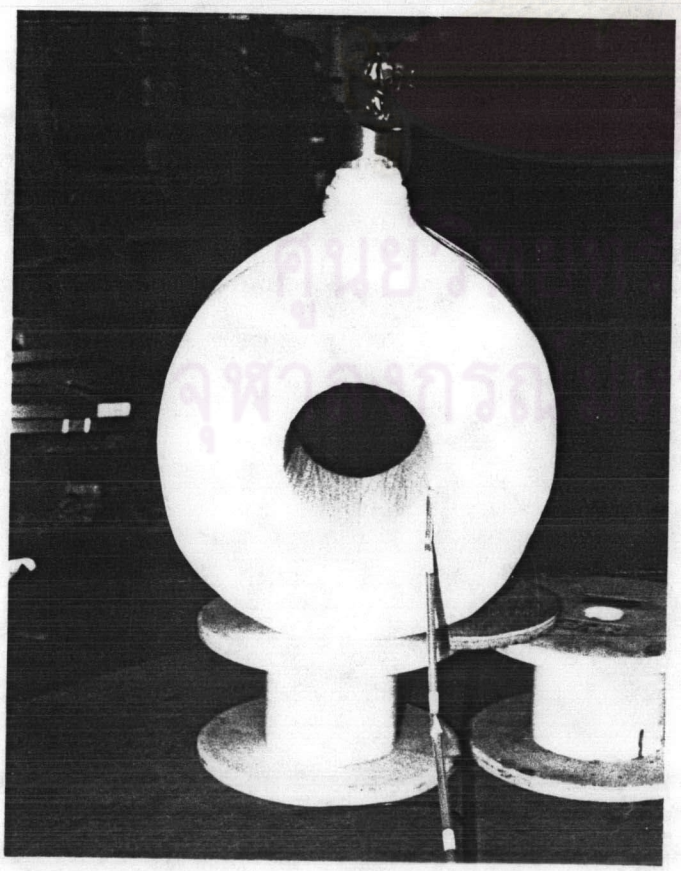
รูปที่ 4.11 การพันขดลวดต่อควบ



รูปที่ 4.12 การใส่ซีลด์ขั้วแรงดันสูง



รูปที่ 4.13 ฉนวนกระดาษหุ้มรัดจากชั้นแรงดันสูง



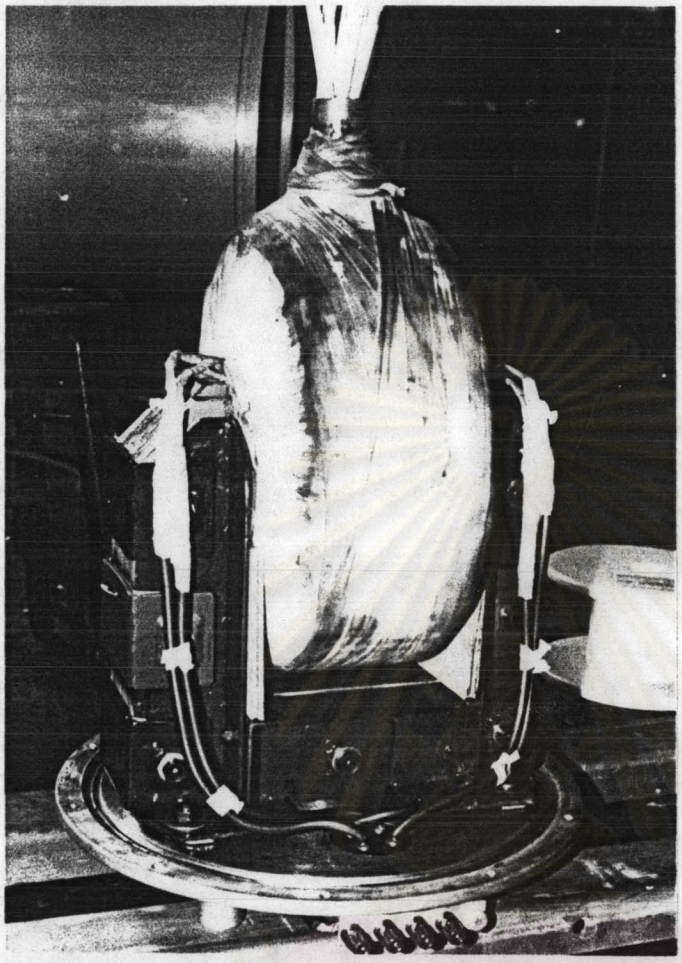
รูปที่ 4.14 ผ้าฉนวนหุ้มรัดขดลวดแรงดันสูงและขดลวดต่อควบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

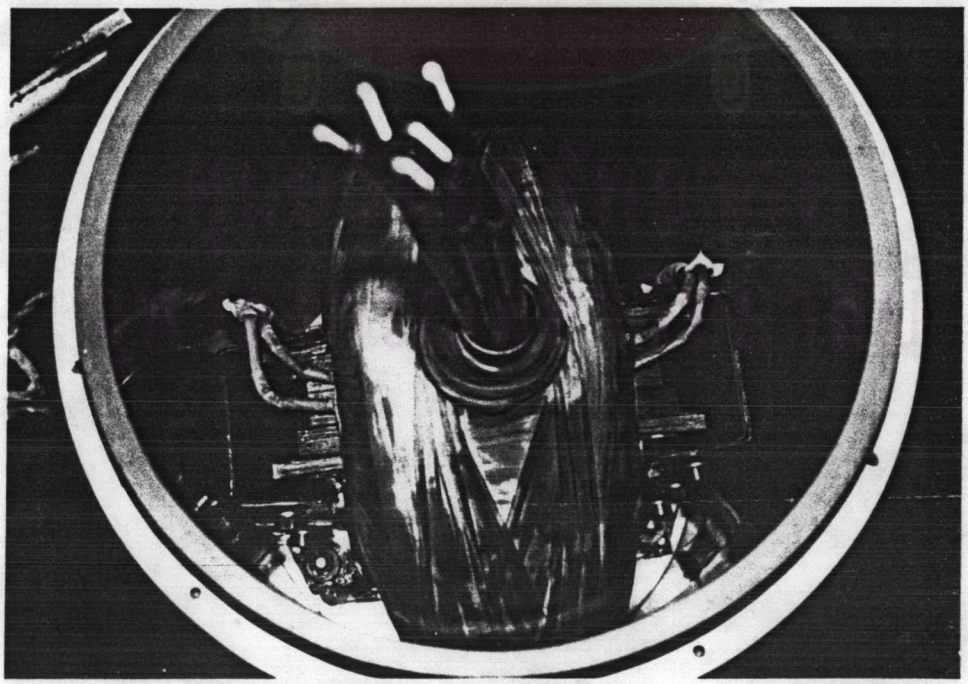
4.3 การติดตั้งส่วนประกอบภายในตัวถังและการอบ

ขั้นตอนนี้เป็นการนำขดลวดที่พันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ประกอบเข้ากับแกนเหล็ก โดยสวมขดลวดแรงดันต่ำเข้ากับแกนเหล็กก่อน แล้วจึงสวมขดลวดแรงดันสูง ใช้กระดาษอัดแรงที่ตัดเป็นชิ้น ๆ อัดขดลวดให้ยึดแน่นกับแกนเหล็ก จากนั้นนำเข้าอบในเตาอบสูญญากาศ อุณหภูมิที่ใช้อบ 110 °C ใช้เวลาอบประมาณ 3 สัปดาห์ โดยระหว่างการอบ จะวัดค่าฉนวนระหว่างชุดขดลวดด้วยกัน และระหว่างชุดขดลวดกับแกนเหล็กเป็นระยะ ๆ ค่าฉนวนที่วัดได้จะต้องไม่ต่ำกว่า 2,000 MΩ จนกว่าค่าที่วัดได้จะมีค่าคงที่ เมื่ออบได้ที่แล้วนำมาประกอบลงถังหม้อแปลง เชื่อมขั้วต่อต่าง ๆ ปิดฝาเรียบร้อยแล้ว ดูดอากาศออกจากหม้อแปลงเพื่อทำให้เป็นสูญญากาศ การประกอบลงถังหม้อแปลง แสดงไว้ในรูปที่ 4.15 ถึงรูปที่ 4.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.15 ประกอบชุดลวดหม้อแปลงเข้ากับแกนเหล็ก และแกนเหล็กยึดติดกับฝาถังล่าง



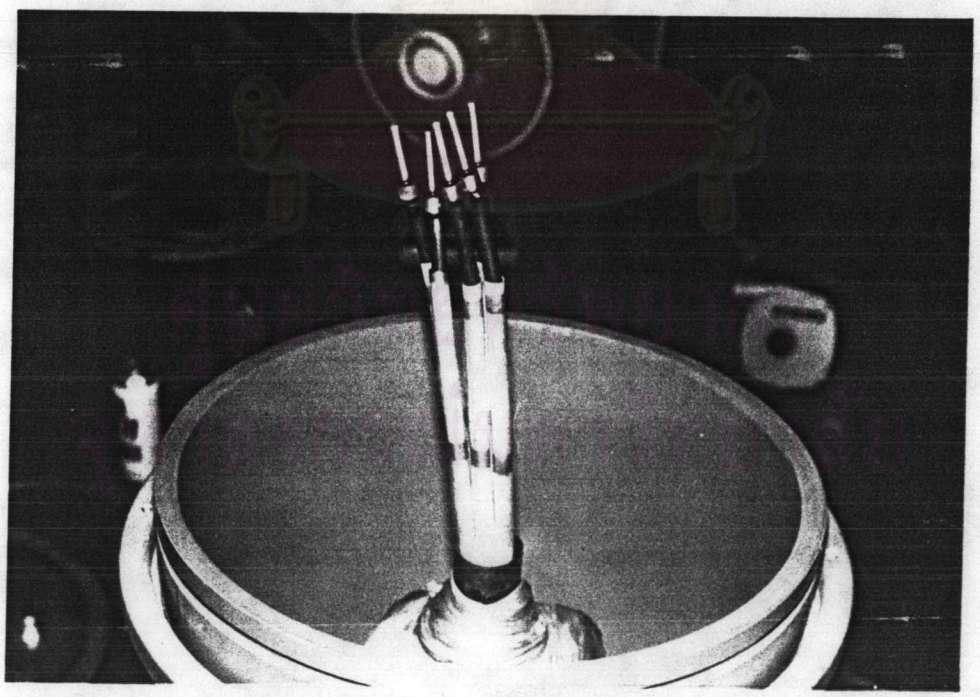
รูปที่ 4.16 สวมถัง พี วี ซี

4.4 ตัวถังและการติดตั้งส่วนประกอบภายนอก

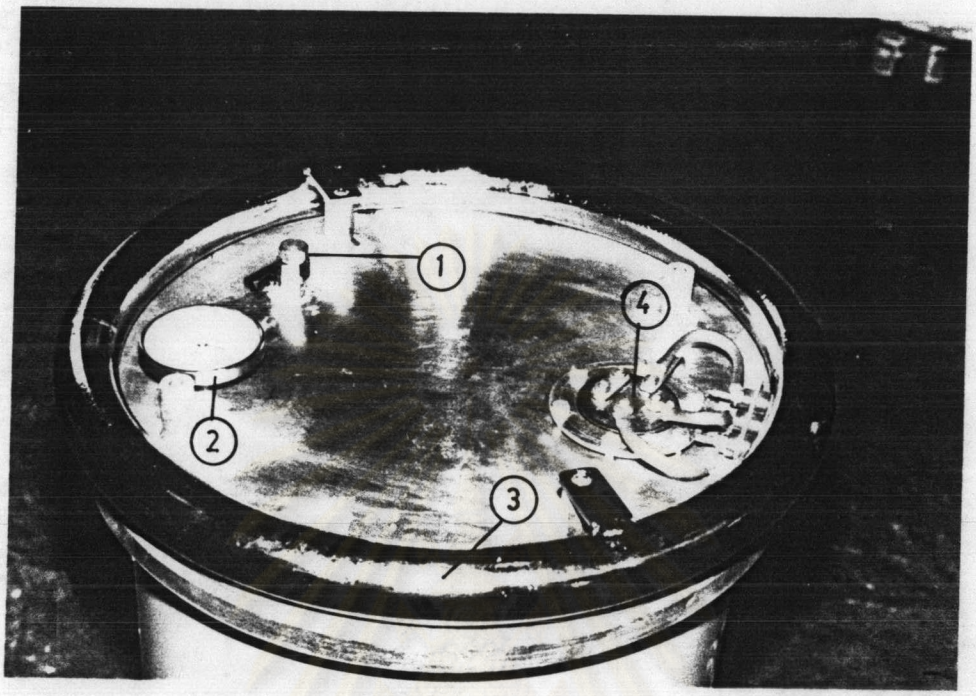
ตัวถังเป็นท่อฉนวน PVC สูง 65 เซนติเมตร มีหน้าแปลนเหล็กปิดหัวท้าย ใช้โอ-ริงเป็นตัวป้องกันน้ำมันรั่วซึม ฝาบนมีวาล์วสำหรับใส่น้ำมันเข้าและติดตั้งมิเตอร์วัดอุณหภูมิ แกนมิเตอร์จุ่มอยู่ในน้ำมัน ด้านล่างตัวถังมีวาล์วสำหรับถ่ายน้ำมันออก

ด้านบนตัวถังมีฝาซีลคีที่ทำด้วยท่อเหล็ก ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว ดัดเป็นวงกลม มีแผ่นเหล็กหนา 1 หุน เชื่อมปิดท่อวงกลม ส่วนด้านล่างตัวถังเป็นเหล็กดัดเป็นวงกลมขนาดเดียวกันยึดติดกับขาฝาล่าง

การติดตั้งส่วนประกอบภายนอก แสดงไว้ในรูปที่ 4.17 ถึงรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.17 แสดงขั้วต่อแรงดันสูง



รูปที่ 4.18 แสดงส่วนประกอบส่วนบนตัวถัง

1) วาล์ว 2) เทอร์โมมิเตอร์ 3) ซีลค์ 4) ขั้วต่อสายไฟ

รูปที่ 4.19 หม้อแปลงทดสอบที่ประกอบเสร็จ

4.5 การบรรจุน้ำมันหม้อแปลง

หม้อแปลงทดสอบที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากทำสูญญากาศให้ได้ -760 มิลลิเมตรปรอทแล้ว จะทำการดูดน้ำมันเข้าทางวาล์วล่าง น้ำมันที่ใช้บรรจุนี้จะทดสอบค่าความคงทนต่อแรงดันไฟฟ้าก่อนด้วยเครื่องทดสอบน้ำมัน ซึ่งมีระยะแก็บ 2.5 mm ตามมาตรฐาน IEC [19] โดยค่าแรงดันเบรกดาวน์จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 40 kV น้ำมันหม้อแปลงที่ดูดเข้าไปต้องท่วมขดลวดและให้ระดับน้ำมันต่ำกว่าระดับฝาบน ประมาณ 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงสูญญากาศมีไว้สำหรับให้น้ำมันขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

เมื่อบรรจุน้ำมันเสร็จแล้ว จะนำหม้อแปลงไปทำกระบวนการกรองน้ำมันและดูดความชื้นด้วยเครื่องกรองน้ำมัน เครื่องกรองน้ำมันจะมีเครื่องดูดอากาศออกจากถังฉนวนของหม้อแปลงทดสอบ เพื่อทำให้เป็นสูญญากาศที่ -760 มิลลิเมตรปรอท ขณะเดียวกันก็ดูดน้ำมันหม้อแปลงออกจากวาล์วบน ผ่านเครื่องกรองเพื่อขจัดความสกปรก และผ่านเครื่องทำความร้อนเพื่อไล่ความชื้น น้ำมันหม้อแปลงจะไหลคืนสู่ถังหม้อแปลงทดสอบทางวาล์วล่าง น้ำมันหม้อแปลงจะหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา ควบคุมความร้อนของน้ำมันที่ไหลเวียนไว้ที่ 60 °C ทำการกรองน้ำมันประมาณอย่างน้อย 8 ชั่วโมง ขณะที่กรองน้ำมันอยู่นั้น จะนำน้ำมันหม้อแปลงที่ผ่านการกรองแล้วมาทดสอบเป็นระยะ ๆ ค่าที่ได้ต้องมีค่าเบรกดาวน์ไม่ต่ำกว่า 40 kV เพื่อให้แน่ใจว่าได้ไล่ความชื้นและความสกปรกออกจากหม้อแปลงเพียงพอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย