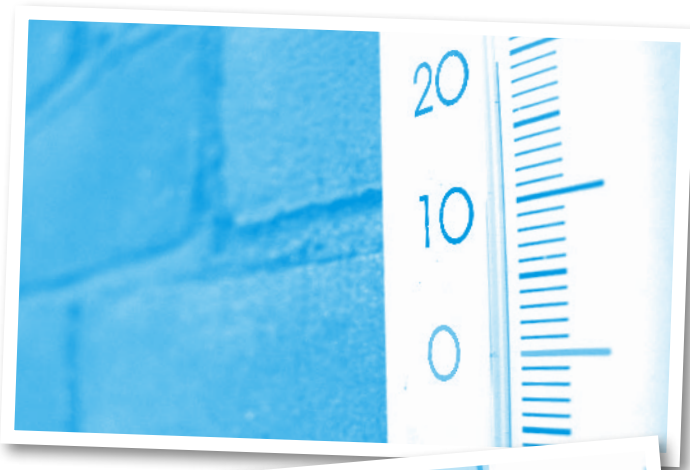


การศึกษาการเกิด Temperature Gradient ในขณะทำการวัดอุณหภูมิ

● บอ บุตุกลุ่ม - ะบอกกลุ่มบอบ Pressure Balance ที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม



ด้วยเหตุนี้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จึงไม่ใช่ค่าอุณหภูมิของ PCU ที่แท้จริง หากแต่อาจมี Temperature Gradient เกิดขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลที่ห้องปฏิบัติการความดัน สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาผล Temperature Gradient ที่อาจเกิดขึ้น โดยทำการทดลองความดันก๊าซสูงสุด 7 MPa และความดันไฮดรอลิกสูงสุด 140 MPa จากผลการทดลองพบว่า Temperature Gradient ที่เกิดขึ้น Gas Pressure Balance มีค่าไม่เกิน $(0.2 \pm 0.03)^{\circ}\text{C}$ ส่วนใน Hydraulic Pressure Balance มีค่าไม่เกิน $(0.3 \pm 0.03)^{\circ}\text{C}$



1. บทนำ

การใช้ Pressure Balance ในการวัดความดันที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง ค่าอุณหภูมิของ PCU ให้ถูกต้องนั้น สำหรับ Pressure Balance บางประเภทที่ถูกออกแบบมาให้ใช้กับงานที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำในการวัดสูง จะทำได้ง่ายเนื่องจากได้ถูกออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิแบบ Platinum Resistance Thermometer (PRT) ไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของ PCU โดย PRT นี้จะถูกติดตั้งไว้ภายในแท่นยึด PCU ซึ่งส่วนปลายของ PRT จะอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับ PCU (แต่ไม่ติดกับ PCU) แต่สำหรับ Pressure Balance ที่ถูกออกแบบมาโดยไม่มี PRT นั้นเป็นการยากที่จะวัดอุณหภูมิของ PCU ให้ได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ในบางกรณีบริษัทผู้ผลิต หรือผู้ใช้งานได้ติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเพิ่มเติม แต่ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้นจะอยู่ห่างจาก PCU ซึ่งอาจทำให้เกิด Temperature Gradient ขึ้นระหว่างจุดที่วัดอุณหภูมิกับค่าอุณหภูมิจริงของ PCU

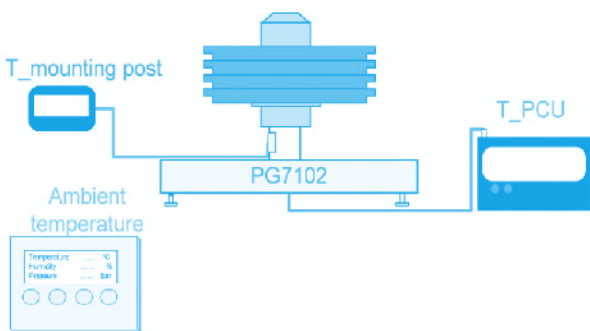
ในการคำนวณค่าความดันที่วัดโดย Pressure Balance อุณหภูมิของ PCU จะถูกนำมาใช้คำนวณเพื่อชดเชยค่า Effective Area ของ PCU ให้ถูกต้อง ปริมาณของ Temperature Gradient ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากข้อจำกัดในการวัดอุณหภูมิของ PCU จำเป็นจะต้องนำมาพิจารณา โดยทั่วไปมักนิยมพิจารณาเพิ่มเติมในรูปของความไม่แน่นอนในการวัด อันเนื่องมาจากความไม่

UN คัดย่อ: Pressure Balance บางประเภท โดยเฉพาะสำหรับใช้ในภาคอุตสาหกรรมจะถูกออกแบบและผลิตออกมาโดยไม่มีอุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิของ Piston-Cylinder Unit (PCU) อย่างไรก็ตามการวัดความดันโดยใช้ Pressure Balance ประเภทดังกล่าวส่วนใหญ่ก็ยังคงต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง ทำให้ในขั้นตอนการสอบเทียบ โดยใช้ Pressure Balance เหล่านั้น ห้องปฏิบัติการสอบเทียบจึงจำเป็นต้องทำการวัดอุณหภูมิของ PCU เพื่อนำไปชดเชยค่าของ Effective Area ที่ได้จากการสอบเทียบ โดยอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิดังกล่าวเป็นอุปกรณ์ที่สามารถติดตั้งไว้ภายนอกของตัวจับยึด PCU หรือบางกรณีสามารถติดตั้งได้เพียงที่ฐานของ Pressure Balance เท่านั้น

แน่นอนในการวัดค่าอุณหภูมิของ PCU จึงเป็นที่มาของคำถามที่ว่า ค่าของ Temperature Gradient ที่สมควรนำมาพิจารณาควรมีค่าเท่าใดจึงจะเหมาะสม จึงเป็นแนวคิดของห้องปฏิบัติการความดัน สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) ในการทดลองศึกษาผลจาก Temperature Gradient ที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ใช้ Pressure Balance ที่ไม่ได้ถูกออกแบบให้มี PRT สำหรับวัดอุณหภูมิในการวัดความดันที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในความดันก๊าซ ได้ทำการทดลองใช้ Gas Pressure Balance, DH Instruments Model PG 7102 Instrument Base (ที่ไม่มีระบบอิเล็กทรอนิกส์) และ PCU จำนวน 2 ชุด คือ หมายเลข 693 (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 mm) สำหรับความดันสูงสุด 350 kPa ซึ่งทั้ง Piston และ Cylinder ของ PCU ทั้งสอง สร้างด้วยโลหะชนิดเดียวกันคือ Tungsten Carbide (WC) PG 7102 Instrument Base ได้ถูกออกแบบให้มีการติดตั้ง PRT มาในแทนแนวตั้งเพื่อวัดอุณหภูมิของ PCU ซึ่ง PRT นี้ได้รับการสอบเทียบร่วมกับตัวอ่านที่มีความละเอียดในการอ่าน 0.01 องศาเซลเซียส ด้านล่างของแทนแนวตั้งมีช่องว่างอยู่จึงถูกใช้เป็นตำแหน่งสำหรับติดตั้ง Thermistor Sensor โดยมีสมมติฐานว่าจะใช้เป็นตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิของ PCU สำหรับ Pressure Balance ที่ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับติดตั้ง PRT

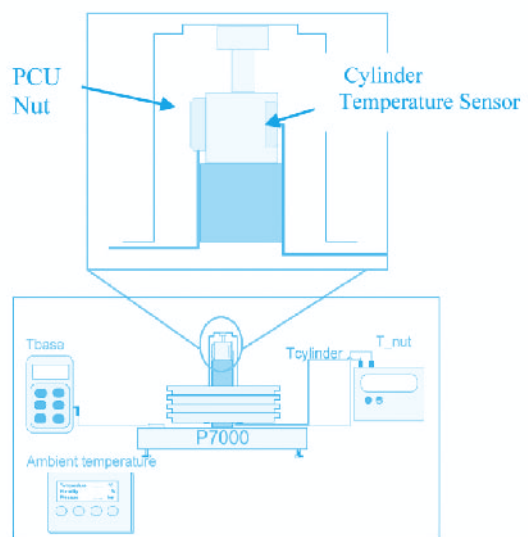


รูปที่ 1 ภาพวาดแสดงตำแหน่ง การติดตั้งชุดวัดอุณหภูมิ PCU สำหรับ Gas Pressure Balance

สำหรับการวัดความดันที่สูงกว่า 7 MPa ที่เป็นความดันไฮดรอลิกนั้นใช้ Hydraulic Pressure Balance, Pressurements Model P 7000 Series กับ PCU จำนวน 2 ชุดเช่นกัน PCU ทั้งสองนี้ Piston ถูกสร้างด้วยโลหะ Tungsten Carbide ส่วน Cylinder ถูกสร้างด้วย Stainless Steel โดย PCU หมายเลข W067 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2 mm สำหรับความดันสูงสุด 70 MPa และหมายเลข W027 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.3 mm สำหรับความดันสูงสุด 140 MPa เนื่องจาก Hydraulic Pressure Balance

รุ่นนี้ไม่ได้ถูกออกแบบให้มี PRT เพื่อวัดอุณหภูมิของ PCU ติดตั้งไว้ในแทนติดตั้ง PCU เหมือน Pressure Balance ชนิด High Accuracy ทั่วไป แต่ถูกออกแบบให้วัดอุณหภูมิ PCU โดยใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิชนิด Thermistor ขนาดเล็กร่วมกับตัวอ่านดิจิตอล ซึ่งเซ็นเซอร์นั้นถูกติดบริเวณภายนอกของตัวยึด PCU (PCU Nut) และทำหน้าที่วัดอุณหภูมิของ PCU ผ่านตัวยึดนั้น (T_nut) โดยตัวยึด PCU มีความหนา 4.0 ± 0.1 mm ในการทดลองนี้ ด้านข้างด้านหนึ่งของตัวยึด PCU ถูกเจาะทะลุเพื่อให้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิชนิด Thermistor ขนาดเล็กอีกหนึ่งตัวสามารถแปะติดกับผนังด้านนอกของกระบอกสูบ (Cylinder) เพื่อวัดอุณหภูมิของ PCU (T_cylinder) ได้

นอกจากนี้ที่ด้านบนของฐาน (Instrument Base) ของ Pressure Balance ยังได้ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอีกตัวหนึ่ง (T_base) เพื่อทดลองวัดอุณหภูมิ PCU สำหรับ Pressure Balance บางประเภทที่ไม่สามารถติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตำแหน่งอื่นได้ โดยเซ็นเซอร์ตัวที่สามนี้อยู่ห่างจากสองตัวแรกประมาณ 26cm การติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของ PCU ในลักษณะดังกล่าวข้างต้น ทำให้สามารถวัดอุณหภูมิของ PCU ได้พร้อมกันสามตำแหน่ง คือ วัดอุณหภูมิ PCU โดยตรงจากผิวด้านนอกกระบอกสูบ(T_cylinder) วัดอุณหภูมิผ่านตัวยึด PCU (T_nut) และวัดอุณหภูมิของ PCU จากฐานของ Instrument Base (T_base) โดยมีค่าความไม่แน่นอนของการวัดอุณหภูมิของ PCU ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ ± 0.03 °C



รูปที่ 2 ภาพวาดแสดงตำแหน่งการติดตั้งชุดวัดอุณหภูมิ PCU สำหรับ Hydraulic Pressure Balance

ที่มา: จากวารสาร Metrology Info ปีที่ 11 ฉบับที่ 51 สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ