

เครื่องมือตรวจวัดที่ใช้สารกัมมันตรังสี

นางสาวภาวนา ปรีชาพฤก
สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย
กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันได้มีการนำอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้สารกัมมันตรังสีมาใช้ในอุตสาหกรรม เพื่อควบคุมปริมาณและคุณภาพในกระบวนการผลิต เช่น เครื่องวัดระดับ (Level gauge) วัดความหนา (Thickness gauge) วัดความหนาแน่น (Density gauge) และวัดความชื้น (Moisture gauges) ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะมีการตรวจวัดที่ให้ความแม่นยำและถูกต้องสูง แต่เนื่องจากวัสดุกัมมันตรังสีและรังสีเป็นอันตรายและอาจมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่รุนแรง ประกอบกับเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ การขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอาจก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายอย่างรุนแรงกับผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้อง ดังนั้น เราควรศึกษาหลักการทำงานและการควบคุมความปลอดภัยทางรังสีของอุปกรณ์เหล่านี้

อุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้สารกัมมันตรังสีจะใช้ต้นกำเนิดรังสีชนิดต่าง ๆ รายละเอียดดังแสดงในตาราง

ชนิดของเครื่องมือ	ต้นกำเนิดรังสี
วัดระดับ	Cs-137, Co-60, Am 241, Ra-226
วัดความหนา	Kr-85, Sr-90, Pm-147, Am-241
วัดความหนาแน่น	Cs-137, Co-60, Am-241
วัดความชื้น	Am-241/Be

หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีการใช้สารกัมมันตรังสี

เมื่อรังสีผ่านวัสดุที่ต้องการตรวจวัด จะเกิดได้ 2 แบบ คือ

1. ในกรณีที่ภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสีและหัววัดรังสีอยู่คนละด้านกับวัสดุที่จะตรวจสอบ รังสีจะทะลุผ่านวัสดุออกมาหรือน้อยขึ้นกับความหนาและความหนาแน่นของวัสดุ กล่าวคือ รังสีที่ทะลุผ่านจะน้อยเมื่อความหนาหรือความหนาแน่นมีค่ามาก ซึ่งหลักการนี้นำมาใช้ในการตรวจวัดและควบคุมระดับ ความหนา และความหนาแน่น ของวัสดุ

2. ในกรณีที่ภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสีและหัววัดรังสีวางไว้ด้านเดียวกับวัสดุที่จะตรวจสอบ เมื่อรังสีผ่านวัสดุที่ต้องการตรวจวัด รังสีจะสะท้อนกลับมากหรือน้อยขึ้นกับความหนาและความหนาแน่นของวัสดุ กล่าวคือ รังสีจะสะท้อนกลับมากถ้าความหนาหรือความหนาแน่นมีค่ามาก ซึ่งหลักการนี้นำมาใช้ในการตรวจวัดและควบคุมความหนา ความหนาแน่น ความชื้น

ส่วนประกอบอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้สารกัมมันตรังสี

1. ต้นกำเนิดรังสี (Radiation Source)

ทำหน้าที่แผ่รังสีชนิดก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน (ionizing Radiation) เช่น เอ็กซ์เรย์, แกมมา, บีต้า, นิวตรอน เช่น เครื่องผลิตรังสีเอ็กซ์, Co-60, Cs-137, Am-241, Kr-85, Sr-90, Am-241/Be

2. ภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสี (Housing หรือ Container)

ทำหน้าที่กักรังสีให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ทำด้วยตะกั่วหุ้มด้วยแผ่นเหล็ก (สำหรับต้นกำเนิดรังสีแกมมาและเอ็กซ์เรย์) หรือทำด้วยโพลีเอทิลีน (PE), พาราฟิน (สำหรับต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน) ที่ภาชนะบรรจุอาจมี Shutter สำหรับควบคุมการเปิดปิดลำรังสีให้ทำอันตรกิริยากับวัสดุที่จะตรวจสอบแล้วส่งผ่านไปยังหัววัดรังสี (Detector)

3. หัววัดรังสี (Detector)

ทำหน้าที่วัดวิเคราะห์ปริมาณและพลังงานรังสีที่มาถึงหัววัดนั้น

หลักการการทำงานของหัววัดรังสี

ในการตรวจวัดรังสีชนิดต่าง ๆ วิธีการที่ใช้อาศัยคุณสมบัติการเกิดอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างรังสีกับวัตถุ เมื่อรังสีผ่านเข้าไปในหัววัดใด ๆ จะเกิดได้ 2 แบบ คือ

1. อะตอมเกิดการแบ่งประจุ วัตถุประสงค์หรือกระแสที่เกิดขึ้นทำให้ทราบค่าปริมาณรังสี หัววัดชนิดนี้ได้แก่ หัววัดแบบก๊าซทุกชนิดและหัววัดแบบกึ่งตัวนำ
2. อะตอมถูกกระตุ้นให้มีพลังงานสูงขึ้น (Excitation) อะตอมจะกลับสู่สภาพปกติ โดยจะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสง ซึ่งสามารถตรวจวัดได้เมื่อมีการขยายปริมาณแสงที่เกิดขึ้นด้วย หัววัดชนิดนี้ได้แก่ หัววัดแบบซิลิลเลชัน (Scintillation Detector)

การตรวจสอบและการควบคุมให้เกิดความปลอดภัยทางรังสี มีรายละเอียด ดังนี้

1. การตรวจวัดค่าระดับรังสี

ต้องทำการตรวจวัดค่าระดับรังสี ณ ตำแหน่ง Housing/Container ตรวจวัดค่าระดับสูงสุด โดยรอบภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสี ยกเว้นที่บริเวณลำรังสีขณะเปิด Shutter ให้ตรวจวัดกับตำแหน่งต่าง ๆ ทั้งขณะปิดและเปิด Shutter กล่าวคือ ที่ระยะสัมผัสผิวภาชนะบรรจุที่ระยะห่าง 1 ฟุต ที่ระยะห่าง 1 เมตร แล้วนำค่าระดับรังสีที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไปเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อตรวจสอบ

2. การตรวจสอบการรั่วของวัสดุกัมมันตรังสี

วัสดุกัมมันตรังสีที่ใช้กับอุปกรณ์ตรวจวัดทั้งหมดจะเป็นวัสดุกัมมันตรังสีชนิดปิดผนึกที่บรรจุในแคปซูลโลหะไร้สนิม ซึ่งต้องมีการตรวจสอบการรั่วของแคปซูล อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง หากพบการรั่วเกินกว่า $0.005 \mu\text{Ci}$ (ไมโครคูรี : μCi) หรือเกินกว่า 5 เท่า ของค่านับวัดรังสีในธรรมชาติ (ค่า Background) ให้ระงับการใช้

3. การตรวจสอบสภาพการใช้งานอุปกรณ์ประกอบ

3.1 Shutter ตรวจสอบกลไกการเปิด-ปิด กุญแจล็อก เครื่องหมาย หรือสัญญาณเตือนการเปิด-ปิด

3.2 Housing ตรวจสอบการผุกร่อนหรือบวมสลาย กุญแจล็อก ป้ายติดกำกับวัสดุกัมมันตรังสี ป้ายการขึ้นทะเบียนวัสดุของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

3.3 ป้ายเตือนทางรังสี ตรวจสอบความชัดเจนของป้ายเตือนบริเวณรังสี ป้ายเตือนวัสดุกัมมันตรังสี

3.4 ตำแหน่งที่ติดตั้ง ตรวจสอบความเหมาะสมของการติดตั้ง การกั้นบริเวณ หรือเขตควบคุมเฉพาะผู้เกี่ยวข้อง

4. จัดทำคำแนะนำสำหรับผู้ปฏิบัติงานกับรังสี.