ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
อว 37

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7ว

เรื่อง การศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

ของ

นาย วิชัย สมเจตนากุล

ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 6ว

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

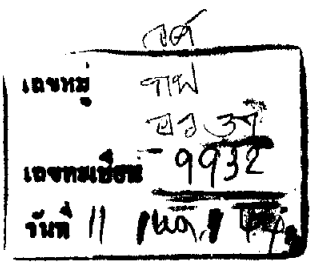
การศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของ

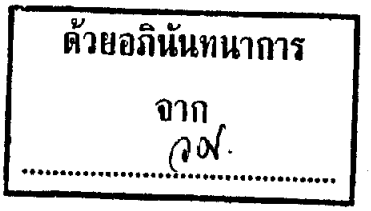
ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

ของ

นาย วิชัย สมเจตนากุล

ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 6ว





กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ผลงานนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ สำหรับใช้เป็นคู่มือในการวิเคราะห์ทดสอบท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ เพื่อที่จะแก้ปัญหาความล่าช้าในการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯเนื่องจากมีตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯค้างอยู่เป็นจำนวนมาก และมีผู้ทำการทดสอบไม่เพียงพอ วัตถุประสงค์ของการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจน ที่ใช้ในการแพทย์ เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯให้มีขั้นตอนและวิธีการทดสอบที่ถูกต้อง สะดวก รวดเร็ว มีความปลอดภัยขณะทำการทดสอบ ลดระยะเวลาและปริมาณงานที่คั่งค้างลง เพิ่มประสิทธิภาพในการทำการทดสอบขึ้น จึงได้ดำเนินการศึกษาวิธีวิเคราะห์ทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯอย่างละเอียด ศึกษาคุณสมบัติทั่วไปของท่อบรรจุก๊าซฯ ศึกษาและจัดเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบ กำหนดขั้นตอนและวิธีวิเคราะห์ทดสอบอย่างละเอียด ทดลองวิธีวิเคราะห์ทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯตามที่ได้กำหนดขึ้น

ผลของการวิเคราะห์ทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯ จากการที่ได้ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ได้กำหนดขึ้น พบว่าใช้เวลาในการทดสอบน้อยลง การทดสอบเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีขั้นตอนดำเนินการที่แน่นอน เครื่องมือที่ใช้ทดสอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน ผลการทดสอบออกมาเป็นที่น่าพอใจ และยังได้ลองให้ผู้วิเคราะห์ทดสอบที่ยังไม่เคยวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ได้ลองศึกษาคู่มือวิเคราะห์ทดสอบนี้และทำการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯ ผลปรากฏว่าผู้ที่ยังไม่เคยวิเคราะห์ทดสอบสามารถทำการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯและมีการใช้เครื่องมือทดสอบได้อย่างถูกต้องตรงตามลำดับขั้นตอนของคู่มือ ผลการทดสอบที่ได้เป็นมาตรฐานเดียวกันกับผู้ที่เคยทำการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯ

ผลจากการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์และได้จัดทำเป็นคู่มือทดสอบ ยังสามารถนำไปเป็นแนวทางการวิเคราะห์ทดสอบผลิตภัณฑ์ท่อบรรจุก๊าซชนิดอื่นๆที่มีลักษณะการทดสอบคล้ายคลึงกันได้เช่น ผลิตภัณฑ์ท่อบรรจุก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ ทดสอบตาม มอก. 30-2527 และผลิตภัณฑ์ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนอุตสาหกรรม ทดสอบตาม มอก.541-2527 ได้เป็นอย่างดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทที่ 1 บทนำ	3
บทที่ 2 วัตถุประสงค์และวิธีดำเนินการ	5
บทที่ 3 การทดสอบ	6
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดลอง	24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	25
กิตติกรรมประกาศ	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	28

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทย สามารถผลิตท่อและถังบรรจุก๊าซได้หลายชนิด ใช้สำหรับบรรจุก๊าซที่มีความดันสูงๆชนิดต่างๆได้ เพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ท่อและถังส่วนใหญ่จะผลิตขึ้นมาจากวัสดุที่เป็นโลหะทั้งสิ้น รูปแบบของท่อและถังตลอดจนกรรมวิธีในการผลิต จะถูกกำหนดให้มีลักษณะที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ก็เป็นท่อบรรจุก๊าซฯอีกชนิดหนึ่งที่ผลิตออกมาเพื่อใช้สำหรับบรรจุก๊าซออกซิเจน ลักษณะของท่อบรรจุก๊าซฯจะมีลักษณะเป็นท่อกลมทรงสูง ดูรูปที่ 1 ในภาคผนวก ภายในจะบรรจุด้วยก๊าซออกซิเจน ที่ตัวท่อบรรจุก๊าซฯจะมีลิ้นทองเหลือง (Valve) ติดตั้งอยู่ส่วนบนของท่อเพื่อใช้เปิด-ปิดให้ก๊าซออกซิเจนไหลออกมา และจะมีฝาครอบลิ้นครอบปิดอยู่เพื่อป้องกันความเสียหายอันจะเกิดกับลิ้นเปิด-ปิด ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ จะมีใช้มากตามสถานพยาบาลต่างๆและจะมีอยู่ตามบ้านบ้างพอสมควร ท่อบรรจุก๊าซฯจะทาด้วยสีเขียวมรกตที่ตัวท่อ ส่วนคอและไหล่ท่อจะทาด้วยสีขาว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีและสัญลักษณ์ มอก. 87

เนื่องจากคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก หากท่อบรรจุก๊าซฯมีคุณภาพไม่ดีพอแล้ว อาจจะเกิดการรั่วซึมหรือเกิดการระเบิดของก๊าซขึ้นได้ อันจะเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ท่อบรรจุก๊าซฯเมื่อนำไปใช้งานได้ในระยะเวลาหนึ่งอาจจะถูกสภาพแวดล้อมตลอดจนสภาพการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป หรือเกิดจากการขนส่งที่ไม่ระมัดระวัง ทำให้ท่อบรรจุก๊าซฯเกิดการชำรุดเสียหาย เช่น เกิดการสึกกร่อนเนื่องจากการกัดกร่อนของสนิม รอยขูดขีด รอยบาด รอยเว้า รอยที่เกิดจากของมีคม รอยบุบ หรือเกิดจากสภาพการใช้งาน ตลอดจนการบิดงอโก่งตัวของท่อบรรจุก๊าซฯ เนื่องจากได้รับความร้อนมากเกินไป สิ่งต่างๆเหล่านี้ผู้ผลิตหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์อาจมองข้ามไป ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้

ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว และเป็นเพียงหน่วยงานเดียวของทางราชการที่รับบริการทดสอบท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ จึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาวิธีการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซฯ โดยยึดแนวทางการทดสอบตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ มอก. 540 - 2527 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน มอก. 358 - 2531 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ มอก.

359 - 2530 เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งผู้วิเคราะห์ทดสอบ ผู้ผลิต และผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ อันจะเป็นการป้องกันอันตรายเนื่องจากท่อบรรจุก๊าซฯที่ไม่ได้คุณภาพ และเป็นการยกระดับของผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพสูงขึ้น สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้

บทที่ 2
วัตถุประสงค์และวิธีดำเนินการ

จากการที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมได้ให้บริการการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์และท่อบรรจุก๊าซชนิดอื่นๆเป็นจำนวนมากทำให้เกิดปัญหามีงานคั่งค้างเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปริมาณของงานมีมากกว่าผู้ทำการทดสอบ และผู้ทำการทดสอบที่มีความชำนาญไม่เพียงพอ ทำให้ต้องใช้เวลาในการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดความล่าช้าต่อการปฏิบัติงาน ผู้มาขอรับบริการได้รับความเสียหายเนื่องจากได้รับผลการทดสอบล่าช้า เพื่อที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

วัตถุประสงค์ของการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

1. เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์
2. เพื่อให้ผู้วิเคราะห์ทดสอบมีวิธีการทดสอบที่ถูกต้องเป็นมาตรฐานเดียวกัน สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
3. เพื่อให้เกิดความปลอดภัยเพิ่มขึ้นขณะทำการทดสอบ
4. เพื่อลดระยะเวลาทำการทดสอบลง
5. เพื่อลดปริมาณงานที่คั่งค้างลง

วิธีการดำเนินการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

ผู้ดำเนินการได้ทำการศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ มอก. 540-2527 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน มอก. 358-2531 อย่างละเอียดว่าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ มีรายการการทดสอบคุณสมบัติของท่อบรรจุก๊าซกี่รายการ มีรายละเอียดอะไรบ้าง วิธีการทดสอบเป็นอย่างไร และคุณสมบัติของเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบ จากการศึกษาตามมาตรฐานผู้ดำเนินการจึงได้จัดเตรียมเครื่องมือทดสอบให้เหมาะสมกับการทดสอบรายการต่างๆตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อบรรจุก๊าซฯกำหนด และได้มีการกำหนดขั้นตอนและวิธีการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯอย่างละเอียด โดยเริ่มตั้งแต่เมื่อได้รับตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซมาจนถึงขั้นตอนการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯจนแล้วเสร็จ และทดลองวิธีวิเคราะห์ทดสอบตามที่ได้มีการกำหนดขึ้น ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ วิธีการใช้เครื่องมือทดสอบ และขั้นตอนวิธีการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯอย่างละเอียด จะมีรายละเอียดอยู่ในบทที่ 3 เรื่องการทดสอบ

บทที่ 3

การทดสอบ

ในการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์นั้น จะทดสอบตามวิธีกำหนดของ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ มอก. 540-2527 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน มอก. 358-2531

การทดสอบหาคุณสมบัติทางเคมี

เป็นการทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะที่ต้องการ ทดสอบตาม มอก. 540-2527 การทดสอบรายการคุณลักษณะที่ต้องการ ทางกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นผู้ทำการทดสอบ

คุณลักษณะที่ต้องการ

1. ลักษณะทั่วไป

   ไม่มีกลิ่น

2. คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

   ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีวิเคราะห์ตามข้อของ มอก. 540-2527
1	ปริมาณน้ำ	ต้องไม่มีน้ำออกมาจากท่อ	7.3
2	ความเป็นกรดหรือด่าง	ต้องผ่านการทดสอบ	7.4
3	การออกซิไดซ์ (Oxidizing substance)	ต้องผ่านการทดสอบ	7.5
4	ความบริสุทธิ์ร้อยละโดยปริมาตร ไม่น้อยกว่า	99.0	7.6
5	คาร์บอนไดออกไซด์ ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	300	7.7
6	คาร์บอนมอนออกไซด์ ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	5	7.8

สำหรับฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม จะเป็นผู้ทดสอบภาชนะบรรจุที่เป็นท่อบรรจุก๊าซฯ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน มอก. 358-2531

การทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเกณฑ์กำหนด

การทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม เป็นผู้ทำการทดสอบทุกรายการ ซึ่งมีรายละเอียดการทดสอบ และเกณฑ์กำหนดดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของท่อบรรจุก๊าซฯ เป็นการตรวจโดยวิธีตรวจพินิจ การตรวจพินิจจะตรวจสอบทั้งทางการตรวจพินิจภายนอก และการตรวจพินิจภายใน

1.1 การตรวจพินิจภายนอก

ก่อนตรวจสอบให้กำจัดสี ผิวชุบเคลือบ รวมทั้งสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ที่ติดอยู่ที่ผิวส่วนที่จำเป็นต้องตรวจสอบออก เพื่อสามารถตรวจสอบผิวท่อบรรจุก๊าซฯได้ แล้วใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การวัดและตรวจสอบที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ตรวจรอยสนิม ข้อบกพร่องของท่อบรรจุก๊าซฯทุกท่อ ตำแหน่งที่ควรเน้นการตรวจคือก้นท่อบรรจุก๊าซฯและรอยต่อระหว่างตัวท่อบรรจุก๊าซฯกับฐานท่อบรรจุก๊าซฯ การตรวจพินิจภายนอกมีดังนี้

1.1.1 รอยนูน (Bulge) รอยบวมเฉพาะแห่งที่ผนังท่อบรรจุก๊าซ ฯ

1.1.2 รอยบุบ (Dent) หมายถึง รอยที่เกิดจากวัตถุแข็งไม่แหลมคมกระแทกแต่ไม่ถึงกับเข้าเนื้อโลหะ

1.1.3 รอยบุ๋ม (Dig) หมายถึง รอยที่เกิดจากวัตถุแข็งแหลมคมกระแทกแต่ไม่ถึงกับเข้าเนื้อโลหะ

1.1.4 รอยบาดหรือรอยขูดขีด (Cut or Gouge) หมายถึง ร่องที่เกิดจากวัตถุแข็งแหลมคมบาดหรือขูดลึกเข้าไปในเนื้อโลหะ

1.1.5 ขุมสนิม (Pit) หมายถึง รอยกัดกร่อนที่ผิวท่อบรรจุก๊าซฯเป็นแห่ง ๆ แต่ละแห่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยไม่เกิน 6.5 มิลลิเมตร และห่างกันไม่น้อยกว่า 85 มิลลิเมตร

1.1.6 รอยผุกร่อนเป็นทาง (Line Corrosion) หมายถึง รอยผุกร่อนเป็นแถบ หรือแนวกว้างไม่เกิน 6.5 มิลลิเมตร มักจะเกิดตามแนวต่อ เช่นตรงตรงก้นท่อบรรจุก๊าซฯต่อกับฐานท่อบรรจุก๊าซฯ

1.1.7 รอยผุกร่อนทั่วไป (General Corrosion) หมายถึง รอยผุกร่อนเป็นบริเวณกว้างกว่าขุมสนิม หรือรอยผุกร่อนเป็นทาง

1.1.8 รอยไหม้ (Burn) หมายถึงรอยที่ผนังท่อบรรจุก๊าซฯที่ถูกความร้อนจากเปลวไฟอุณหภูมิสูงหรือจากอาร์ก เฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง

การตรวจพินิจภายใน

ให้ใช้หลอดไฟตรวจพินิจแบบศักย์ต่ำ ซึ่งมีความเข้มเพียงพอที่จะสามารถเห็นผนังท่อบรรจุก๊าซฯภายในได้อย่างชัดเจน การตรวจสอบผิวภายในท่อบรรจุก๊าซฯ รวมทั้งอาจใช้อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ช่วยในการตรวจสอบเพื่อให้ครอบคลุมพื้นผิวภายในท่อ

บรรจุก๊าซฯได้ทั้งหมด หากภายในท่อบรรจุก๊าซฯเปื้อนน้ำมัน หรือของเหลวอื่นที่คล้ายคลึงกันก่อนตรวจสอบให้ทำความสะอาดด้วยไอน้ำ หรือตัวทำลายอื่นที่เหมาะสม

การตรวจสอบด้วยความดันไฮดรอลิก

ท่อบรรจุก๊าซฯที่จะทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก ต้องเป็นท่อบรรจุก๊าซฯที่ผ่านการตรวจพินิจภายนอกและภายในมาแล้ว

การเตรียมท่อบรรจุก๊าซฯ

ให้ถอดลิ้นทองเหลือง และฝาครอบลิ้นออก ตรวจสอบคอท่อบรรจุก๊าซฯและเกลียวลิ้นว่าไม่บิดงอหรือโก่ง และท่อบรรจุก๊าซฯยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ อาจทำความสะอาดเกลียวลิ้นถ้าจำเป็น

วิธีทดสอบ
แบบในถังน้ำ
เครื่องมือ

เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่วัดและตรวจสอบได้ละเอียดไม่น้อยกว่าที่กำหนด และเป็นไปได้ในรูปที่ 9 ในภาคผนวก และข้อกำหนดต่อไปนี้

1. หลอดแก้ววัดระดับ (Graduate Tube) ต้องแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรอย่างถาวรได้ไม่เกิน 1 ใน 20,000 ของปริมาตรของท่อบรรจุก๊าซฯ
2. เครื่องวัดความดัน มีสเกลอ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อยร้อยละ 1 ของความดันทดสอบ

วิธีทดสอบ

1. บรรจุน้ำลงในท่อบรรจุก๊าซฯและถังน้ำให้เต็ม ไล่อากาศในระบบทดสอบออกให้หมด
2. ปรับให้ได้ความดันทดสอบตามที่ระบุไว้ (3600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

3. รักษาความดันภายในท่อบรรจุก๊าซฯให้คงที่ไม่น้อยกว่า 30 วินาทีหรือนานจนแน่ใจว่าเกิดการขยายตัวอย่างสมบูรณ์

4. คลายความดัน สู่ภาวะปกติ อ่านปริมาตรการขยายตัวอย่างถาวรของท่อบรรจุก๊าซฯ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ที่คำนวณโดยใช้สูตร

ปริมาตรการขยายตัวอย่างถาวร ร้อยละ $= (V1/V2) \times 100$

เมื่อ V1 คือ ปริมาตรการขยายตัวอย่างถาวร เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

V2 คือ ปริมาตรการขยายตัวทั้งหมดที่ความดันทดสอบ เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

ท่อบรรจุก๊าซฯทุกท่อ หากตรวจสอบแล้วมีลักษณะหรือข้อบกพร่องรายการใดรายการหนึ่ง ดังต่อไปนี้ห้ามนำมาใช้งาน

1. น้ำหนักท่อบรรจุก๊าซฯเปล่าน้อยกว่าร้อยละ 95 ของน้ำหนักท่อบรรจุก๊าซฯเปล่าเดิม

2. มีความแตกต่างของเส้นรอบวงของท่อบรรจุก๊าซฯ ส่วนที่มีรอยบูน และส่วนที่ไม่มีรอยบูน ตั้งแต่ร้อยละ 1 ขึ้นไป

3. มีรอยบุบลึกเกิน 1 ใน 10 ของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรอยบุบนั้น และ/หรือ เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรอยบุบเกิน 1 ใน 4 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อบรรจุก๊าซฯ หรือเมื่อเกิดรอยบุบครอบคลุมบริเวณรอยเชื่อม และรอยบุบนั้นลึกเกิน 6.5 มิลลิเมตร

4. ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯส่วนที่เกิดขุมสนิมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความหนาผนังท่อบรรจุก๊าซฯต่ำสุดที่ยอมให้ หรือความหนาผนังท่อบรรจุก๊าซฯเหลือน้อยกว่า 1.1 มิลลิเมตร หากขุมสนิมห่างกันน้อยกว่า 85 มิลลิเมตร ให้ถือว่าเป็นรอยผุกร่อนทั่วไป

5. มีรอยบุ๋มบนตัวท่อบรรจุก๊าซฯลึกตั้งแต่ 75 มิลลิเมตรขึ้นไป

6. มีรอยบาดบนตัวท่อบรรจุก๊าซฯยาวตั้งแต่ 75 มิลลิเมตรขึ้นไป

7. มีรอยผุกร่อนเป็นทางยาวตั้งแต่ 75 มิลลิเมตรขึ้นไป

8. ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯตรงรอยบุ๋ม หรือรอยบาด หรือรอยผุกร่อน เป็นทางหรือรอยผุกร่อนทั่วไป เหลือน้อยกว่า 3 ใน 4 ของความหนา ผนังท่อบรรจุก๊าซฯต่ำสุด ที่ยอมให้

หมายเหตุ ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯต่ำสุดที่ยอมให้หากหาไม่ได้ ให้ใช้ความหนาสูงสุดของท่อบรรจุก๊าซฯ ส่วนรูปทรงกระบอกที่ไม่ถูกกัดกร่อน ซึ่งวัดได้จากการสุ่มเป็นจำนวน 5 แห่ง อย่างทั่วถึง

9. เกิดการรั่วซึมของก๊าซ ซึ่งหากสงสัยว่าท่อบรรจุก๊าซฯเกิดรั่วซึม ให้นำท่อบรรจุก๊าซฯที่สงสัยนั้นมาอัดก๊าซจนมีความดัน แล้วจุ่มลงในน้ำ หรือใช้น้ำสบู่ทา

10. ท่อบรรจุก๊าซฯที่ถูกไฟไหม้จนบิดงอหรือเสียหายมาก

11. ปริมาตรส่วนที่ขยายตัวอย่างถาวร เกินร้อยละ 10 ของปริมาตรการขยายตัวทั้งหมดที่ความดันทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ของฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม มีดังต่อไปนี้

1. ชุดปรับความดัน (Pressure Regulator)
2. แถบสายวัด อ่านได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร
3. เวอร์เนียคาลิเปอร์ อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร
4. เกจวัดความลึก (Depth Gauge) อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร
5. Ultrasonic Thickness Gauge อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร ดูรูปที่ 2 ในภาคผนวก
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก ขนาด 500 กิโลกรัม อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กิโลกรัม
7. มอเตอร์ขับพร้อมปั๊มน้ำพร้อมมาตรวัดความดัน ซึ่งสามารถอัดความดันได้ถึง 10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ดูรูปที่ 3 ในภาคผนวก
8. Water Jacket ดูรูปที่ 4 และ 5 ในภาคผนวก
9. หลอดแก้ววัดระดับน้ำ (Graduate Tube) ดูรูปที่ 6 ในภาคผนวก
10. Hoist สำหรับใช้เคลื่อนย้ายท่อบรรจุก๊าซฯ

วิธีใช้เครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge วัดความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

ก่อนใช้เครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge ทุกครั้งจะต้องทำการสอบเทียบเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge ก่อนที่จะทำการวัดความหนา โดยที่ชุดเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge จะมีชุดความหนามาตรฐานขนาด 2 มิลลิเมตร ดูรูปที่ 2 ในภาคผนวก วิธีสอบเทียบก็โดยการตั้งความเร็วของคลื่นความถี่ของเหล็กกล้าที่ 5290 เมตรต่อวินาที บนเครื่อง Ultrasonic Thickness Gauge แล้วนำเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge วัดความหนามาตรฐาน ค่าที่วัดออกมาได้จะต้องเท่ากับ 2 มิลลิเมตร ถ้าหากค่าที่อ่านได้มากหรือน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร จะ

ต้องทำการปรับค่าให้ได้เท่ากับ 2 มิลลิเมตร โดยที่ตัวเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge จะมีปุ่มสำหรับปรับอยู่ เมื่อทำการสอบเทียบเครื่องมือแล้วจึงสามารถนำไปใช้งานได้

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ ตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ของฝ่ายทดสอบทางวิศวกรรมที่นำไปสอบเทียบมีดังต่อไปนี้คือ

มาตรวัดความดันขนาด 0-14,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ซึ่งผลของการสอบเทียบทั้งสองรายการอยู่ใน ภาคผนวกหน้าที่ 40

ขั้นตอนการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ของฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม มีดังต่อไปนี้

1. เมื่อได้รับตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ จะทำการจดรายละเอียดของตัวอย่างที่ได้รับดังนี้

1.1 ที่ตัวท่อบรรจุก๊าซฯ จะเขียนหมายเลขปฏิบัติการของทางกรมวิทยาศาสตร์บริการ หากเป็นท่อบรรจุก๊าซฯที่นำส่งมาจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะมีหลายเลขตัวอย่าง สมอ. กก./540- ติดมาด้วย

1.2 ตรวจดูว่าที่ตัวท่อบรรจุก๊าซฯ มีสีตรงกับมาตรฐานกำหนดหรือไม่ สีของตัวท่อบรรจุก๊าซฯ ต้องทาด้วยสีเขียวมรกต ที่คอและไหล่ของท่อบรรจุก๊าซฯ ทาด้วยสีขาว ตรวจดูว่าที่ตัวท่อบรรจุก๊าซฯมีรอยถูกไฟไหม้มาหรือไม่ หรือถูกความร้อนจากการอาร์กหรือไม่

1.3 ตรวจดูว่าท่อบรรจุก๊าซฯ มีอุปกรณ์ครบหรือไม่ เช่นมีฝาครอบลิ้น และลิ้นทองเหลือง

1.4 บันทึกรายละเอียดที่ไหล่ของท่อบรรจุก๊าซฯ เช่น ปริมาตรบรรจุก๊าซฯ หน่วยเป็นลูกบาศก์เดซิเมตร น้ำหนักของท่อบรรจุก๊าซฯ หน่วยเป็นกิโลกรัมและหมายเลขของท่อบรรจุก๊าซฯ

2. การตรวจสอบการรั่วซึมของลิ้น และเกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ

2.1 บันทึกอุณหภูมิขณะที่ทำการทดสอบ

2.2 การตรวจสอบการรั่วของลิ้นและเกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ ดูรูปที่ 7 ในภาคผนวก โดยการถอดฝาครอบลิ้นออก ต่อชุดปรับความดัน (Pressure Regulator) เข้ากับลิ้นทองเหลือง ที่อยู่บนตัวท่อบรรจุก๊าซฯ ที่ตัวชุดปรับความดันจะมีมาตรวัดความดันติดอยู่พร้อมทั้งมีลิ้นเปิด-ปิด (ขณะทดสอบปิดลิ้นที่ชุดปรับความดัน) เปิดลิ้นทองเหลืองให้ก๊าซออกซิเจนไหลออกมาจากท่อบรรจุก๊าซฯเข้าสู่ชุดปรับความดัน นำน้ำฟองสบู่มาทาบริเวณเกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ และบริเวณลิ้นทองเหลือง สังเกตดูว่ามี ฟองอากาศ ผุดขึ้นมาจากน้ำฟองสบู่หรือไม่ ถ้าหากไม่มีฟองผุดขึ้นมาแสดงว่า ที่เกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ และบริเวณลิ้นทองเหลืองไม่รั่วซึม

2.3 บันทึกผลการทดสอบที่ได้

3. การตรวจสอบสภาพภายนอกของท่อบรรจุก๊าซฯ โดยการตรวจพินิจ ดังมีรายละเอียด คือ

3.1 บันทึกอุณหภูมิขณะที่ทำการทดสอบ

3.2 ดำเนินการลอกสีที่อยู่บนตัวท่อบรรจุก๊าซฯออกให้หมด โดยการใช้น้ำยา ลอกสีที่มีส่วนผสมของ ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane CH_2Cl_2) ผสมอยู่โดยการทาน้ำยาลอกสีด้วยแปรงรอบบริเวณตัวท่อบรรจุก๊าซฯทิ้งไว้สักครู่สีที่ติดอยู่บนตัวท่อบรรจุก๊าซฯจะพองตัวออกมา ใช้เกรียงขูดสีขูดสีที่ติดอยู่บนตัวท่อบรรจุก๊าซฯออกให้หมด ล้างด้วยน้ำสะอาดให้หมดคราบของน้ำยาลอกสี

หมายเหตุ น้ำยาลอกสีที่ใช้ จะมีฤทธิ์กัดกร่อนสูงมาก อย่าพยายามให้ถูกผิวหนัง ตา หรือสูดเข้าทางจมูก จะทำให้ผิวหนังที่ถูกน้ำยาลอกสีแสบ ถ้าน้ำยาลอกสีเข้าตาควรล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง หากหายใจเข้าไปมาก ๆ ควรหลบออกไปหาบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

3.3 ตรวจสอบช้อต่อ โดยทดสอบตามวิธีที่ระบุ ในหนังสือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ อก. 0703/14657 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2528 ทดสอบโดย ถอดลิ้นทองเหลืองออกจากเกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ แล้วใส่ลิ้นทองเหลืองกลับเข้าไปใหม่ เพื่อตรวจสอบดูว่าลิ้นทองเหลืองสามารถประกอบเข้ากันเกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ สะดวกหรือไม่

3.4 รอยบุน ตรวจสอบโดยการวัดเส้นรอบวงของตัวท่อบรรจุก๊าซฯ จำนวน 3 ตำแหน่ง โดยใช้แถบสายวัดซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดที่ตำแหน่งส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่างของท่อบรรจุก๊าซฯ เพื่อตรวจสอบดูว่าตำแหน่งใดที่มีรอยบุน และตำแหน่งใดที่ไม่มีรอยบุน ความแตกต่างของเส้นรอบวงคิดเป็นร้อยละ

ความแตกต่างของเส้นรอบวง,ร้อยละ

$$= \left[\frac{\text{เส้นรอบวงของส่วนที่มีรอยบุน - เส้นรอบวงของส่วนที่ไม่มีรอยบุน}}{\text{เส้นรอบวงของส่วนที่ไม่มีรอยบุน}} \right] \times 100$$

3.5 รอยบุบ ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจรอบบริเวณตัวท่อบรรจุก๊าซฯ หากมีรอยบุบให้ทำการวัดรอยบุบด้วยเครื่องมือ เวอร์เนียคาลิเปอร์ เกจวัดความลึก (Depth Gauge) ที่บริเวณรอยบุบโดยวัด

3.5.1 ความลึกของรอยบุบ เป็นมิลลิเมตร

3.5.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรอยบุบ เป็นมิลลิเมตร

3.5.3 รอยบุบบริเวณรอยเชื่อม เป็นมิลลิเมตร

3.6 รอยบุ๋ม ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจรอบบริเวณตัวท่อบรรจุก๊าซฯ หากมีรอยบุ๋มให้ทำการวัดรอยบุ๋มด้วยเครื่องมือ เกจวัดความลึก (Depth Gauge) และ Ultrasonic Thickness Gauge ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดความหนาของผนังท่อ ดูรูปที่ 8 ในภาคผนวก ประกอบ โดยวัดที่

3.6.1 ความลึกของรอยบุ๋ม เป็นมิลลิเมตร

3.6.2 ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯตรงรอยบุ๋ม เป็นมิลลิเมตร

3.7 รอยบาดหรือรอยขูดขีด ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ หากมีรอยบาดหรือรอยขูดขีด ให้ทำการวัดรอยบาดหรือรอยขูดขีดด้วยเครื่องมือ เวอร์เนียคาลิเปอร์ และ Ultrasonic Thickness Gauge โดยวัดที่

3.7.1 ความหนาของรอยบาดหรือรอยขูดขีด เป็นมิลลิเมตร

3.7.2 ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯ ตรงรอยบาด หรือรอยขูด ขีด เป็นมิลลิเมตร

3.8 ขุมสนิม ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ หากมีขุมสนิมให้ทำการวัดโดยใช้เครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge โดยวัดที่

3.8.1 ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯ ใต้ขุมสนิม เป็นมิลลิเมตร

3.9 รอยผุกร่อนเป็นทางยาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ หากมีรอยผุกร่อนเป็นทางยาว ให้ทำการวัดด้วยเครื่องมือ เวอร์เนียคาลิเปอร์ และ Ultrasonic Thickness Gauge โดยวัดที่

3.9.1 ความยาวรอยผุกร่อน เป็นมิลลิเมตร

3.9.2 ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯ ตรงรอยผุกร่อน เป็นมิลลิเมตร

3.10 รอยผุกร่อนทั่วไป ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ หากมีรอยผุกร่อนทั่วไปให้ทำการวัดด้วยเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge โดยวัดที่

3.10.1 ความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯ ตรงรอยผุกร่อนทั่วไป เป็น มิลลิเมตร

3.11 บันทึกผลการทดสอบที่ได้

4. การตรวจสอบสภาพภายในของท่อบรรจุก๊าซฯ โดยการตรวจพินิจ ดังมีรายละเอียดคือ

4.1 บันทึกอุณหภูมิขณะทำการทดสอบ

4.2 การตรวจสอบสภาพภายในของท่อบรรจุก๊าซฯ ทำได้โดยใช้หลอดไฟซึ่งมีความเข้มของแสงสว่างเพียงพอ สอดลงไปภายในท่อบรรจุก๊าซฯ เพื่อตรวจสอบผิวภายในของท่อบรรจุก๊าซฯ ตรวจสอบดูความสะอาดภายในท่อบรรจุก๊าซฯ ว่ามีสนิมอยู่ภายในหรือไม่ ถ้าหากภายในท่อบรรจุก๊าซฯมีรอยกัดกร่อนของขุมสนิม ให้วัดหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซฯ ตรงบริเวณรอยกัดกร่อนของขุมสนิมด้วยเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge

4.3 บันทึกผลการทดสอบที่ได้

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

5. การตรวจสอบน้ำหนักของท่อบรรจุก๊าซฯ

5.1 บันทึกอุณหภูมิขณะทำการทดสอบ

5.2 นำท่อบรรจุก๊าซฯ ซึ่งไม่มีลิ้นทองเหลือง และฝาครอบประกอบอยู่ไปชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่ง ซึ่งสามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กิโลกรัม บันทึกผลของน้ำหนักที่ชั่งได้

5.3 นำผลของน้ำหนักที่ชั่งได้มาคำนวณเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่ระบุบนตัว ท่อบรรจุก๊าซฯ น้ำหนักของท่อบรรจุก๊าซฯ เปล่าต้องไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 95 ของน้ำหนักท่อบรรจุก๊าซฯ เดิม

น้ำหนักของท่อบรรจุก๊าซฯ ที่เปลี่ยนแปลง, ร้อยละ

$$= \left[\frac{\text{น้ำหนักท่อบรรจุก๊าซฯเดิม - น้ำหนักท่อบรรจุก๊าซฯที่ชั่งได้}}{\text{น้ำหนักท่อบรรจุก๊าซฯที่ชั่งได้}}\right] \times 100$$

5.4 บันทึกผลการทดสอบที่ได้

6. การตรวจสอบด้วยความดันไฮดรอลิก เป็นการตรวจสอบ ปริมาตรส่วนที่ขยายตัวอย่างถาวรของท่อบรรจุก๊าซฯ เมื่ออัดความดันเข้าไปภายในท่อบรรจุก๊าซฯด้วยความดัน 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทิ้งความดันนี้ไว้จนปริมาตรการขยายตัวของท่อบรรจุก๊าซฯ หยุดการขยายตัว คลายความดันให้ออกจากท่อบรรจุก๊าซฯ การขยายตัวทางปริมาตรของท่อบรรจุก๊าซฯ จะลดลง แต่การขยายตัวที่ลดลงนี้จะไม่เท่ากับท่อบรรจุก๊าซฯ ก่อนที่จะได้รับความดัน การขยายตัวนี้เรียกว่า **ปริมาตรส่วนที่ขายตัวอย่างถาวร**

6.1 เครื่องมือทดสอบ ดูรูปที่ 9 และ 10 ในภาคผนวก ประกอบ

6.1.1 มอเตอร์ขับพร้อมปั๊มน้ำ ซึ่งสามารถอัดความดันน้ำได้ถึง 10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พร้อมติดตั้งมาตรวัดความดัน

6.1.2 Water Jacket ภายในจะบรรจุน้ำ และขณะทำการทดสอบจะนำท่อบรรจุก๊าซฯ ใส่เข้าไปภายใน Water Jacket เพื่อป้องกันอันตรายขณะทำการทดสอบอันเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ

6.1.3 Hoist เพื่อใช้สำหรับเคลื่อนย้ายท่อบรรจุก๊าซฯ

6.2 วิธีทดสอบ

6.2.1 บันทึกอุณหภูมิขณะที่ทำการทดสอบ

6.2.2 นำท่อบรรจุก๊าซฯ มาถอดฝาครอบลิ้น และลิ้นทองเหลืองออก เติมน้ำลงในท่อบรรจุก๊าซฯให้เต็ม นำฝาครอบ Water Jacket ซึ่งมีแกนเกลียวติดอยู่มาสวมเข้ากับ เกลียวภายใน

คอท่อบรรจุก๊าซฯ ขันฝาครอบ Water Jacket กับตัวท่อบรรจุก๊าซฯ ให้แน่น นำ Hoist มายกท่อบรรจุ ก๊าซฯ ขึ้นใส่ลงไปในตัว Water Jacket ซึ่งภายใน Water Jacket จะมีน้ำบรรจุเต็มอยู่ภายใน ปิดฝาครอบ Water Jacket เข้ากับตัวถัง Water Jacket โดยขันน็อตทั้ง 4 มุมให้แน่น ที่ตัวถัง Water Jacket จะมีท่อทางน้ำเข้าเปิดลิ้นที่ท่อทางน้ำเข้า เพื่อให้น้ำไหลเข้าถัง Water Jacket ได้ และท่อทางน้ำ ออก ซึ่งจะต่อเข้ากับหลอดแก้ววัดระดับน้ำ เพื่อใช้อ่านค่าปริมาตรการขยายตัวของท่อบรรจุก๊าซฯ ที่เครื่องอัดความดันจะมีท่ออยู่ 2 ท่อ คือ ท่อทางน้ำเข้า ซึ่งมีลิ้น เปิด-ปิดติดอยู่ ขณะทำการทดสอบให้เปิดลิ้นเพื่อให้น้ำไหลเข้าปั๊มน้ำตลอดเวลา และท่อทางน้ำออก ซึ่งขณะเครื่องอัดความดันทำงาน จะปั๊มให้น้ำไหลออกมาและมีความดันตามที่เราตั้งไว้ นำท่อทางน้ำออกมาต่อเข้ากับฝาครอบ Water Jacket เพื่ออัดความดันเข้าสู่ท่อบรรจุก๊าซฯ ขันให้แน่นเพื่อป้องกันการรั่วของความดันขณะทำการทดสอบ

6.3 ก่อนเริ่มการทดสอบ ควรตรวจดูอุปกรณ์ที่ติดตั้ง ไว้ให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะทำงานได้ โดยตรวจสอบดังนี้

6.3.1 ที่เครื่องอัดความดัน ลิ้นที่ท่อทางน้ำเข้าอยู่ในตำแหน่งเปิด

6.3.2 ที่เครื่องอัดความดัน ท่อทางน้ำออกซึ่งนำไปขันสวมที่ฝาครอบ Water Jacket อยู่ในตำแหน่งแน่นพอหรือไม่

6.3.3 ที่ฝาครอบ Water Jacket ขันยึดแน่นติดกันกับตัวถัง Water Jacket หรือไม่

6.3.4 ที่ฝาครอบ Water Jacket จะมีอยู่ 2 ท่อ และมีลิ้นเปิด - ปิด ติดตั้งอยู่ทั้ง 2 ท่อ ท่อหนึ่งจะใช้ไล่อากาศที่อยู่ภายในท่อบรรจุก๊าซฯ ออกมาเพื่อให้ภายในท่อบรรจุก๊าซฯ ไม่มีอากาศหลงเหลืออยู่ ให้มีเฉพาะน้ำเท่านั้น อีกท่อหนึ่งจะใช้ไล่อากาศที่อยู่ภายในถัง Water Jacket ออกมาเพื่อให้ภายในถัง Water Jacket ไม่มีอากาศหลงเหลืออยู่ ให้มีเฉพาะน้ำเท่านั้น

6.3.5 ที่ถัง Water Jacket ลิ้นที่เปิด - ปิด ให้น้ำเข้าถัง Water Jacket อยู่ในตำแหน่งปิด

6.3.6 ที่ถัง Water Jacket ท่อทางน้ำออกที่ต่ออยู่กับหลอดแก้ววัดระดับน้ำอยู่ในสภาพดี

6.4 เริ่มการทดสอบ โดยเปิดลิ้นเพื่อให้น้ำเข้าถัง Water Jacket เมื่อน้ำภายในถัง Water Jacket เต็ม น้ำจะไหลออกมาทางท่อทางน้ำออกเข้าสู่หลอดแก้ววัดระดับน้ำจนล้น การที่ยอมให้น้ำล้นจากหลอดแก้วก็เพื่อจะเป็นการไล่อากาศออกจากถัง Water Jacket และหลอดแก้ว ที่ฝาครอบ Water Jacket เปิดลิ้นที่ใช้ไล่อากาศออกจากถัง Water Jacket น้ำที่ล้นหลอดแก้ววัดระดับ จะมีระดับน้ำต่ำลงจนถึงระดับที่ต้องการ ปิดลิ้นที่ใช้ไล่อากาศออกจากถัง Water Jacket อ่านค่าระดับของน้ำที่อยู่ภายในหลอดแก้ววัดระดับ แล้วบันทึกค่าที่ได้ไว้ เปิดสวิตช์ให้เครื่องอัดความดันให้ทำงาน อัดน้ำที่มีความดันเข้าสู่ท่อบรรจุก๊าซฯ เปิดลิ้นที่ใช้ไล่อากาศออกจากท่อบรรจุก๊าซฯ น้ำพร้อมทั้งอากาศ

จะไหลออกมาจากท่อบรรจุก๊าซฯ รอจนกระทั่งไม่มีอากาศออกมาจากท่อบรรจุก๊าซฯ (มีเฉพาะน้ำเท่านั้น) ปิดลิ้นที่ไล่อากาศออกจากท่อบรรจุก๊าซฯ ความดันภายในท่อบรรจุก๊าซฯ จะเพิ่มขึ้นจนถึงค่าความดันที่ตั้งไว้ คือ 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตัวปั๊มน้ำจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติท่อบรรจุก๊าซฯ จะเกิดการขยายตัว ทำให้น้ำภายในถัง Water Jacket ล้นไหลออกมาจากท่อทางน้ำออก เข้าสู่หลอดแก้ววัดระดับ ทำให้น้ำในหลอดแก้ววัดระดับเพิ่มสูงขึ้น ปิดสวิตช์ให้มอเตอร์ปั๊มหยุดทำงาน รอจนกระทั่งระดับน้ำ ในหลอดแก้ววัดระดับหยุดนิ่ง อ่านค่าระดับน้ำนี้แล้วบันทึกค่าไว้ เปิดลิ้นที่ใช้ไล่อากาศออกจากท่อบรรจุก๊าซฯ ความดันภายท่อบรรจุก๊าซฯ จะลดลงจนหมด ปิดลิ้นที่ใช้ไล่อากาศออกจากท่อบรรจุก๊าซฯ ระดับน้ำในหลอดแก้ววัดระดับจะลดต่ำลง รอจนระดับน้ำในหลอดแก้ววัดระดับหยุดนิ่ง อ่านค่าระดับน้ำนี้แล้วบันทึกไว้ ปิดลิ้นที่ให้น้ำเข้าเครื่องอันความดัน และเข้าถัง Water Jacket ถอดท่อทางน้ำของเครื่องอัดความดัน ออกจากฝาครอบ Water Jacket ถอดน็อตที่ยึด ฝาครอบ Water Jacket ออกจากตัวถัง Water Jacket นำ Hoist ยกฝาครอบ Water Jacket ออกจากตัวถัง Water Jacket ถอดฝาครอบ Water Jacket ออกจากตัวท่อบรรจุก๊าซฯ เทน้ำซึ่งอยู่ภายในท่อบรรจุก๊าซฯ ออกให้หมดจนภายในท่อบรรจุก๊าซฯแห้ง ใส่ลิ้นทองเหลืองลงบนท่อบรรจุก๊าซฯ ใส่ฝาครอบลิ้นเข้ากับ เกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ นำท่อบรรจุก๊าซฯ ไปเก็บ รอการส่งคืนตัวอย่าง

6.5 นำค่าที่อ่านได้จากการทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก มาคำนวณหาค่า ปริมาตรส่วนที่ขยายตัวอย่างถาวร

ปริมาตรการขยายตัวอย่างถาวร, ร้อยละ = (V1/ V2) x 100

เมื่อ V1 = ปริมาตรการขยายตัวอย่างถาวร เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

V2 = ปริมาตรการขยายตัวทั้งหมด ที่ความดันทดสอบ เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

6.6 บันทึกผลการทดสอบที่ได้

เพื่อให้เข้าใจผลการทดสอบดียิ่งขึ้น จึงขอนำผลการทดสอบท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม ได้ทำการทดสอบแล้ว โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ มอก. 540-2527 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน มอก. 358-2531 มาแสดงไว้ในที่นี้ด้วย

รายงานผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ : 540-2527

หมายเลขตัวอย่าง สมอ.กก./540-32 ปริมาตร - ลบ.ดม.

ความดันออกซิเจนที่อุณหภูมิ 27±2° - เมกะพาสคัล

หมายเลขปฏิบัติการ PL 646

ที่	รายการตรวจสอบ		ข้อ , ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลการตรวจสอบ
1	ภาชนะบรรจุ	ความสะอาด	4.1			ภายในท่อชื้นและมีน้ำ
		สภาพท่อ	4.2,มอก.358			โปรดดูหน้า 20
2	สี		9.3,มอก.87			ผ่าน
3	ข้อต่อบรรจุก๊าซออกซิเจน		4.4,CGA connection No.870			ผ่าน

หมายเหตุ รายการที่ 3 ทดสอบตามวิธีที่ระบุในหนังสือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ อก 0703/14657 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2528

รายงานผลการตรวจสอบการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน : มอก. 358 - 2531

หมายเลขตัวอย่าง สมอ.กก./540-32 สำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

หมายเลขปฏิบัติการ PL 646

ที่	รายการตรวจสอบ				ข้อ ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ
1.	น้ำหนักพิกัดเปล่า				4.3.1	กก.	-	66.9
						ร้อยละ	≥ 96	101.06
2.1	การตรวจสอบภายนอก	รอยบุบ	เส้นรอบวงท่อส่วนที่ไม่มีรอยบุบ		4.3.2	มม.	-	693.6
			เส้นรอบวงท่อส่วนที่มีรอยบุบ					694.5
			ความแตกต่างของเส้นรอบวง			ร้อยละ	< 1	0.14
2.2		รอยบุบทั่วไป		ความลึกของรอยบุบ	4.3.3	มม.	≤	ไม่มี
				เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรอยบุบ			≤	ไม่มี
2.3		รอยบุบบริเวณรอยเชื่อม		ความลึก			≤ 6.5	ไม่มี
2.4		รูมลนิม	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ 9.42 มม.	ความหนาใต้รูมลนิม	4.3.4		≥	8.40
2.5		รอยบุ๋ม	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ 9.16 มม.	ความลึกของรอยบุ๋ม	4.3.5		< 75	0.22
				ความหนาผนังท่อตรงรอยบุ๋ม			≥	8.94
2.6		รอยบาด	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ - มม.	ความยาวรอย	4.3.6		< 75	ไม่มี
				ความหนาผนังท่อตรงรอยบาด			≥	ไม่มี
2.7	การตรวจสอบภายนอก	รอยผุกร่อนเป็นทางยาว	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ - มม.	ความยาวรอย	4.3.7	มม.	< 75	ไม่มี
				ความหนาผนังท่อตรงรอยผุกร่อน			≥	ไม่มี
2.8		รอยผุกร่อน	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ - มม.	ความหนาผนังท่อตรงรอยผุกร่อน	4.3.8		≥	ไม่มี
		การร่วซึม			4.3.9	-	ผ่าน	ผ่าน
2.9		การบิดงอจนเสียหายมากจากไฟไหม้			4.3.10	-	ผ่าน	ผ่าน
2.10	การทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก : ปริมาตรส่วนที่ขยายตัวอย่างถาวร				4.3.11	ร้อยละ	≤ 10	0.45
3.1	การตรวจสอบภายใน	รอยกัดกร่อน			4.3.12	-	ผ่าน	ผ่าน
3.2		ความหนาผนังท่อ				มม.	≥	ไม่พบรอยชำรุด
3.3	การร่วซึมของลิ้นหรือเกลียวคอท่อ				4.4.2	-	ต้องไม่มี	ไม่มี
3.4	พื้นที่รองลีเคลือบที่ถูกไฟไหม้				4.4.3	ตร.มม.	≤ 6000	0

หมายเหตุ 1. ทดสอบตามมอก. 540 - 2527

2. รายการความหนาของผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ ทดสอบตามวิธีที่ระบุในหนังสือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ส่วนมาตรที่ อก 0703/18011 ลงวันที่ 11 กันยายน 2534

รายงานผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ : 540-2527

หมายเลขตัวอย่าง สมอ.กก./540-33 ปริมาตร - ลบ.ดม.

ความดันออกซิเจนที่อุณหภูมิ 27±2° - เมกะพาสคัล

หมายเลขปฏิบัติการ PR 985

ที่	รายการตรวจสอบ		ข้อ , ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลการตรวจสอบ
1	ภาชนะบรรจุ	ความสะอาด	4.1			ภายในท่อมีสนิมและผงสนิม
		สภาพท่อ	4.2,มอก.358			โปรดดูหน้า 22
2	สี		9.3,มอก.87			ผ่าน
3	ข้อต่อบรรจุก๊าซออกซิเจน		4.4,CGA connection No.870			ผ่าน

หมายเหตุ รายการที่ 3 ทดสอบตามวิธีที่ระบุในหนังสือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ อก 0703/14657 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2528

รายงานผลการตรวจสอบการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน : มอก. 358 - 2531

หมายเลขตัวอย่าง สมอ.กก./540-33 สำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

หมายเลขปฏิบัติการ PR 985

ที่	รายการตรวจสอบ				รัด ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ
1.	น้ำหนักท่อเปล่า				4.3.1	กก.	-	59.0
						ร้อยละ	≥ 95	100.0
2.1	การตรวจสอบภายนอก	รอยบุบ	เส้นรอบวงท่อส่วนที่ไม่มีรอยบุบ		4.3.2	มม.	-	727.0
			เส้นรอบวงท่อส่วนที่มีรอยบุบ					729.0
			ความแตกต่างของเส้นรอบวง			ร้อยละ	< 1	0.27
2.2		รอยบุบทั่วไป		ความลึกของรอยบุบ	4.3.3	มม.	≤	ไม่มี
				เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรอยบุบ			≤	ไม่มี
2.3		รอยบุบที่ร่องแนวรอยเชื่อม		ความลึก			≤ 6.5	ไม่มี
2.4		ขูดสึก	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ - มม.	ความหนาใช้ขูดสึก	4.3.4		≥	ไม่มี
2.5		รอยปุ่ม	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ - มม.	ความลึกของรอยปุ่ม	4.3.5		< 75	ไม่มี
				ความหนาผนังท่อตรงรอยปุ่ม			≥	ไม่มี
2.6		รอยบาด	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ - มม.	ความยาวรอย	4.3.6		< 75	ไม่มี
				ความหนาผนังท่อตรงรอยบาด			≥	ไม่มี
2.7	การตรวจสอบภายนอก	รอยขูดร่องเป็นทางยาว	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ - มม.	ความยาวรอย	4.3.7	มม.	< 75	ไม่มี
				ความหนาผนังท่อตรงรอยขูดร่อง			≥	ไม่มี
2.8		รอยขูดร่องทั่วไป	ความหนาผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ 11.0 มม.	ความหนาผนังท่อตรงรอยขูดร่อง	4.3.8		≥	9.72
		การร่วงรีม			4.3.9	-	ผ่าน	ผ่าน
2.9		การบีดงอจนเสียหายมากจากไฟไหม้			4.3.10	-	ผ่าน	ผ่าน
2.10	การทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก : ปริมาตรส่วนที่ขยายตัวอย่างถาวร				4.3.11	ร้อยละ	≤ 10	0.75
3.1	การตรวจสอบภายใน	รอยกัดกร่อน			4.3.12	-	ผ่าน	ผ่าน
3.2		ความหนาผนังท่อ				มม.	≥	ไม่พบรอยชำรุด
3.3	การร่วงรีมรองลิ้นหรือเกลียวคอท่อ				4.4.2	-	ต้องไม่มี	ไม่มี
3.4	พื้นที่ของสีเคลือบที่ถูกไฟไหม้				4.4.3	ตร.มม.	≤ 6000	0

หมายเหตุ 1. ทดสอบตาม มอก. 540 - 2527

2. รายการความหนารองผนังท่อต่ำสุดที่ยอมให้ ทดสอบตามวิธีที่ระบุในหนังสือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด่วนมากที่ อก 0703/18011 ลงวันที่ 11 กันยายน 2534

จากตารางแสดงผลการทดสอบท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ทดสอบตามมอก. 540-2527 และมอก. 358-2531 หมายเลขปฏิบัติการ PL 646 และ PR 985 จะพบว่า

เมื่อทดสอบตาม มอก. 540-2527 หัวข้อที่ 1 รายการภาชนะบรรจุ:ความสะอาด สำหรับหมายเลขปฏิบัติการ PL 646 นั้นภายในท่อบรรจุก๊าซฯจะมีความชื้นและมีน้ำ หากปล่อยให้ภายในท่อบรรจุก๊าซฯมีน้ำและความชื้นอยู่ภายในเป็นเวลานานก็จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดสนิมขึ้นภายในท่อบรรจุก๊าซฯ สำหรับหมายเลขปฏิบัติการ PR 985 นั้นภายในท่อบรรจุก๊าซฯจะมีสนิมและผงสนิม และหากไม่มีการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯทางบริษัทผู้ผลิตหรือผู้รับบรรจุก๊าซออกซิเจน ก็จะไม่ทราบว่าภายในท่อบรรจุก๊าซมีน้ำความชื้นและผงสนิมอยู่ภายในท่อ ซึ่งเมื่อนำท่อบรรจุก๊าซฯไปบรรจุก๊าซออกซิเจนเพื่อนำไปใช้งานกับผู้ป่วย ก๊าซออกซิเจนที่ใช้ให้กับผู้ป่วยอาจมีทั้งน้ำความชื้นและผงสนิมปนออกมา อันอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยเพิ่มขึ้น เมื่อได้มีการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯก็จะทำให้ผู้ผลิตหรือผู้รับบรรจุก๊าซออกซิเจน สามารถที่จะแก้ไขข้อบกพร่องของท่อบรรจุก๊าซฯได้ เช่น เมื่อมีน้ำความชื้นหรือมีผงสนิม ก็สามารถแก้ไขได้โดยการไล่ความชื้นภายในท่อบรรจุก๊าซฯ และนำเครื่องพ่นทรายพ่นผิวภายในท่อบรรจุก๊าซฯเพื่อทำการกำจัดผงสนิมให้หมดไปจากท่อบรรจุก๊าซฯ แล้วจึงนำท่อบรรจุก๊าซฯไปบรรจุก๊าซออกซิเจนเพื่อใช้งานต่อไป อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้บริโภค หัวข้อที่ 2 และ 3 สำหรับหมายเลขปฏิบัติการ PL 646 และ PR 985 สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้ง 2 รายการ

เมื่อทดสอบตาม มอก. 358-2531 สำหรับหมายเลขปฏิบัติการ PL 646 และ PR 985 ทุกรายการสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ถึงแม้ว่าบริเวณผิวภายนอกของท่อบรรจุก๊าซฯจะมีขุมสนิม รอยบุ๋ม หรือรอยผุกร่อนทั่วไป เมื่อทำการวัดความหนาของผนังท่อตรงบริเวณที่เกิดขุมสนิม รอยบุ๋ม หรือรอยผุกร่อนทั่วไป และความลึกของรอยบุ๋ม ค่าที่ได้ก็ยังผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เมื่อนำท่อบรรจุก๊าซฯไปทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก ปริมาตรของท่อบรรจุก๊าซฯส่วนที่ขยายตัวอย่างถาวรก็ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้

บทที่ 4
วิจารณ์ผลการทดสอบ

จากการศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ เพื่อจัดทำเป็นคู่มือสำหรับผู้ที่จะทำการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ผลการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯโดยใช้ขั้นตอน วิธีการทำการทดสอบ และเครื่องมือทดสอบที่ระบุไว้ในคู่มือ ได้ผลเป็นอย่างดี การทดสอบเป็นไปอย่างสะดวก มีความรวดเร็วขึ้น ประหยัดเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ทำให้การทดสอบใช้เวลาในการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯเพียง 5 วันทำการ เกิดความปลอดภัยเพิ่มขึ้นขณะทำการทดสอบ ทำให้ไม่มีงานค้าง และจากการที่ลองให้ผู้วิเคราะห์ทดสอบของฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม ที่ยังไม่เคยทำการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯ ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์ทดสอบตามคู่มือนี้ แล้วให้ทำการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯ ปรากฏผลว่า ผู้ทดสอบสามารถทำการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯและใช้เครื่องมือได้ถูกต้องตรงตามลำดับขั้นตอนของคู่มือ ผลการทดสอบที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดของ มอก. 540 - 2527 และ มอก. 358 - 2531 และใช้ระยะเวลาในการทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซฯเท่ากัน ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้วิเคราะห์ทดสอบและผู้มาขอรับการบริการที่จะได้รับผลการวิเคราะห์ทดสอบรวดเร็วขึ้น การทำการวิเคราะห์ทดสอบไม่ว่าจะเป็นผู้วิเคราะห์ทดสอบท่านใดก็สามารถทำงานตามลำดับขั้นตอนและผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทดสอบก็อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเดียวกัน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทำให้ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมได้นำคู่มือการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์มาใช้เป็นคู่มือในการทำการทดสอบท่อบรรจุก๊าซฯ และยังคงใช้คู่มือนี้อยู่จนถึงปัจจุบัน และฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมกำลังดำเนินการรับรองห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ ตาม ISO Guide 25 โดยจะใช้คู่มือนี้เป็นแนวทางในการจัดทำเป็นคู่มือห้องปฏิบัติการ

ผลจากการศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ จนเป็นคู่มือนี้ยังสามารถที่จะนำไปเป็นแนวทางการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเช่น ตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก. 30 - 2527 ตัวอย่างท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนอุตสาหกรรม มอก. 541 - 2527 ซึ่งจะทำให้มาตรฐานการวิเคราะห์ทดสอบเป็นเช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการใคร่ขอขอบคุณ คุณ วีระ ตุลาสมบัติ กลุ่มสอบเทียบเครื่องมือวัดวิเคราะห์ทดสอบ กองฟิสิกส์และวิศวกรรมในการช่วยสอบเทียบมาตรวัดความดัน

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน. มอก. 358-2531. 2531.
2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ. มอก. 359-2532. 2532.
3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์. มอก. 540-2527. 2527.
4. Australian Standard. Hydrostatic stretch testing of compressed gas cylinders. AS B 257-1967. 1967.
5. Compressed Gas Association, INC. Compressed gas cylinder valve outlet and inlet connections. CGA standard. V-1-1977. 1977.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

แสดงรูปท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ เครื่องมือทดสอบและแสดงการประกอบท่อบรรจุก๊าซฯกับเครื่องมือทดสอบและผลการสอบเทียบ

หน้า

รูปที่ 1 ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ 30

รูปที่ 2 เครื่องมือวัดความหนาของผนังท่อ Ultrasonic Thickness Gauge 31

รูปที่ 3 เครื่องมืออัดความดัน 32

รูปที่ 4 Water Jacket 33

รูปที่ 5 ฝาครอบ Water Jacket 34

รูปที่ 6 หลอดแก้ววัดระดับน้ำ 35

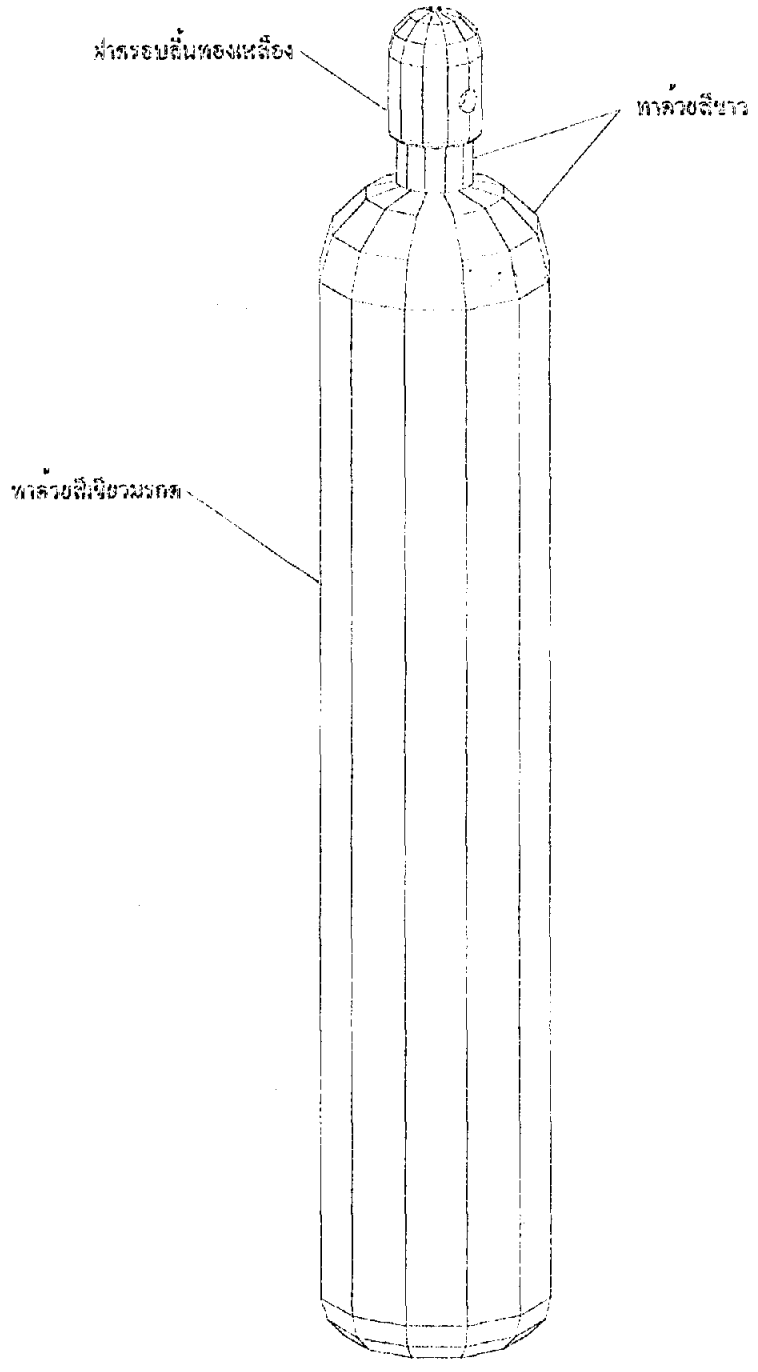
รูปที่ 7 การทดสอบการรั่วซึมของลิ้นและเกลียวคอท่อบรรจุก๊าซฯ 36

รูปที่ 8 แสดงการวัดความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซด้วยเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge 37

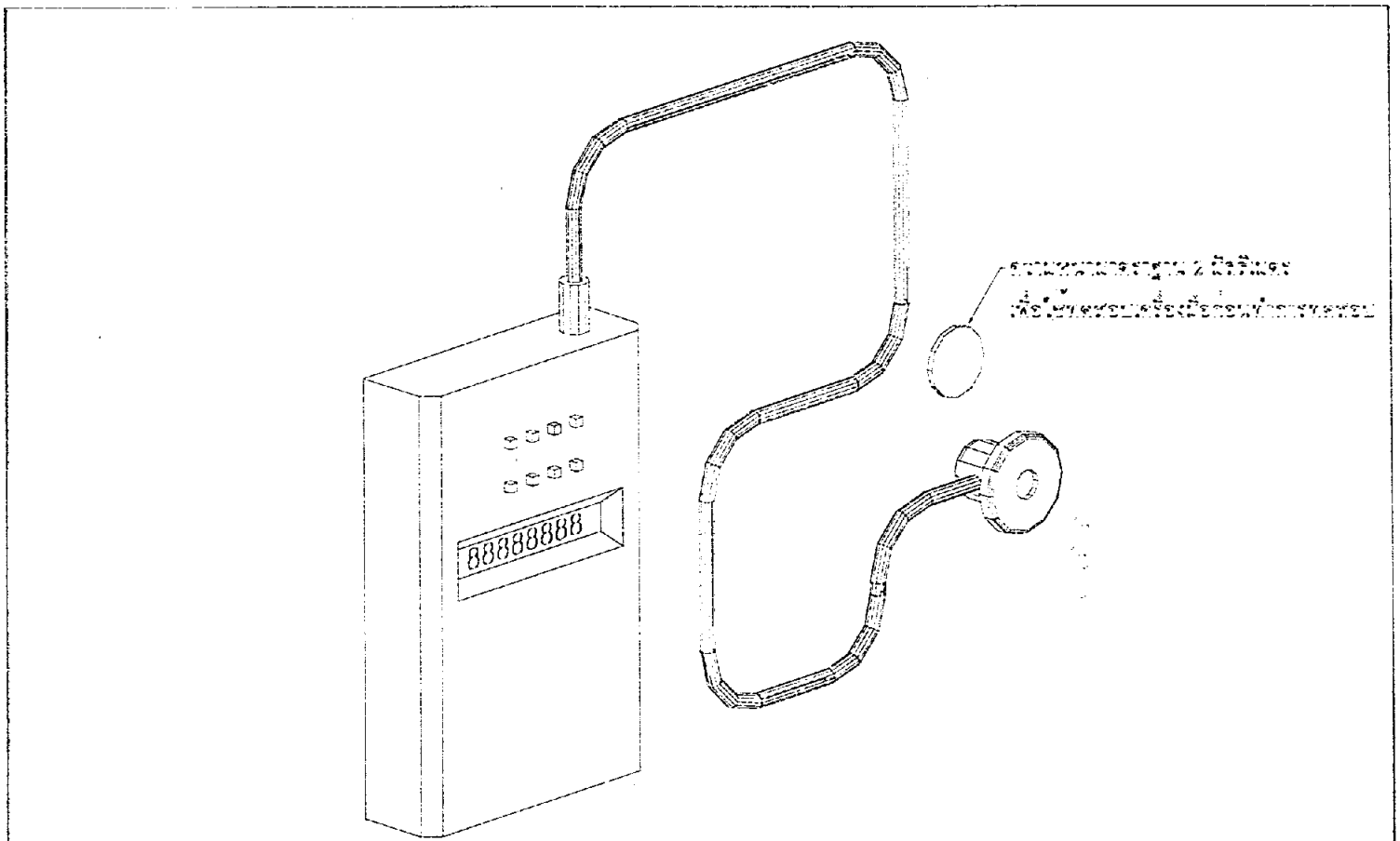
รูปที่ 9 แสดงเครื่องมือทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก 38

รูปที่ 10 แสดงการประกอบท่อบรรจุก๊าซฯกับเครื่องอัดความดัน 39

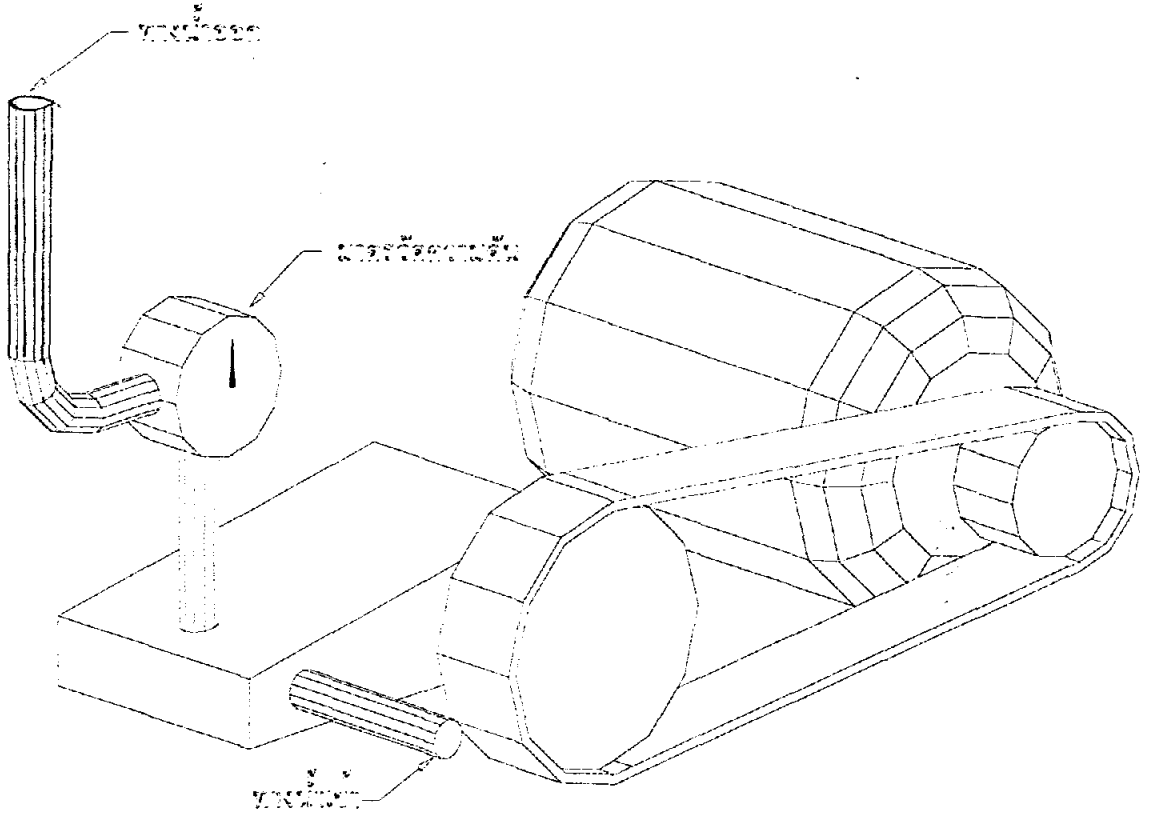
แสดงผลการสอบเทียบมาตรวัดความดันขนาด 0 - 14,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 40



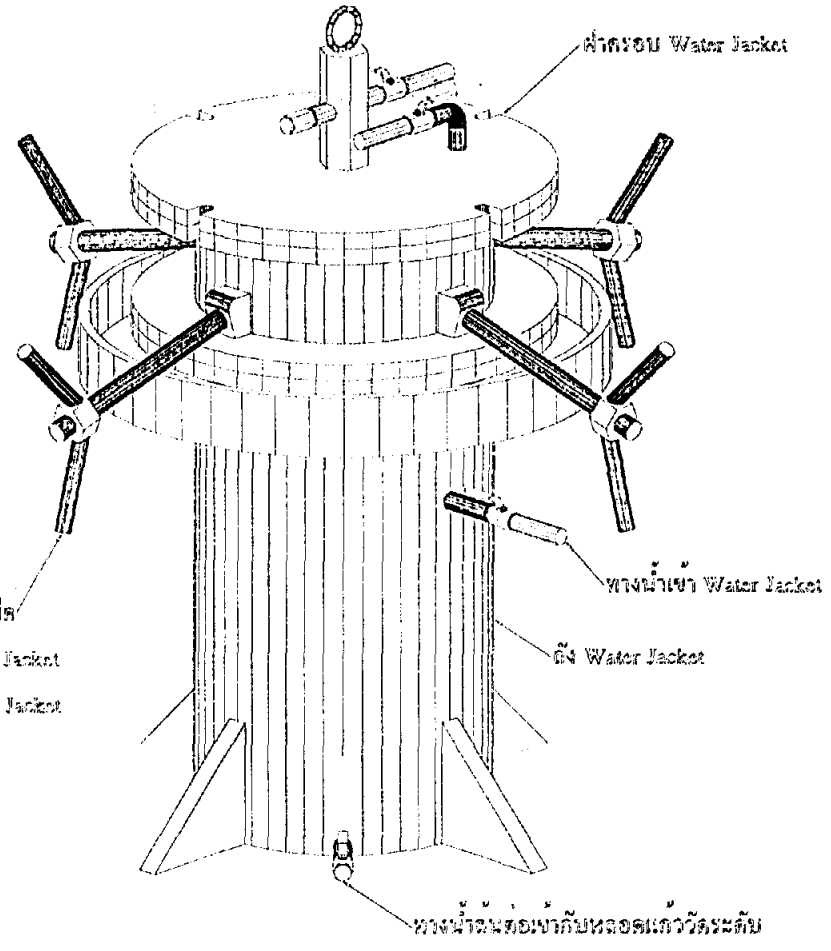
รูปที่ 1 ท่อบรรจุก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์



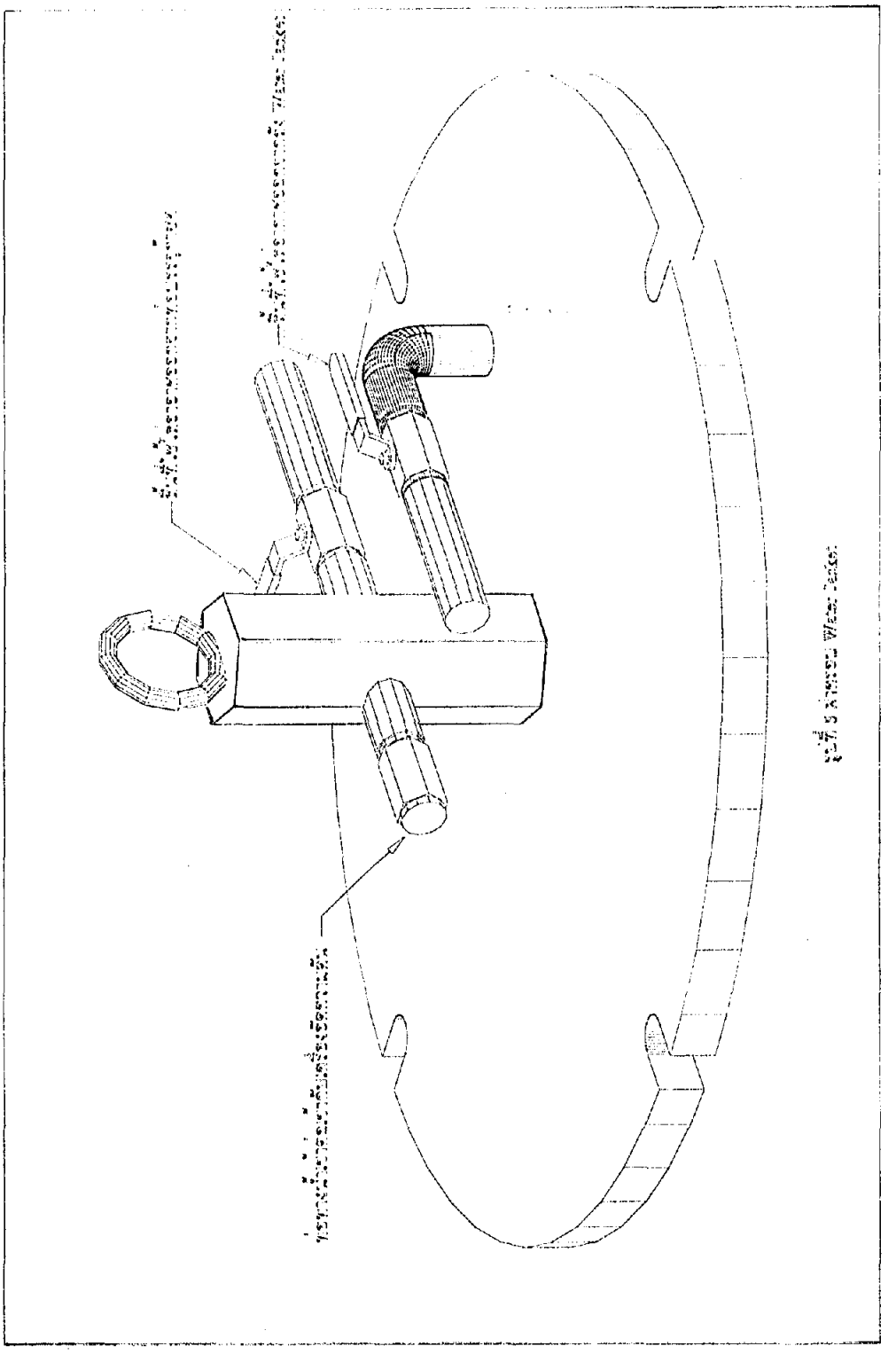
รูปที่ 2 เครื่องมือวัดความหนาของแผ่นโลหะ Ultrasonic Thickness Gauge

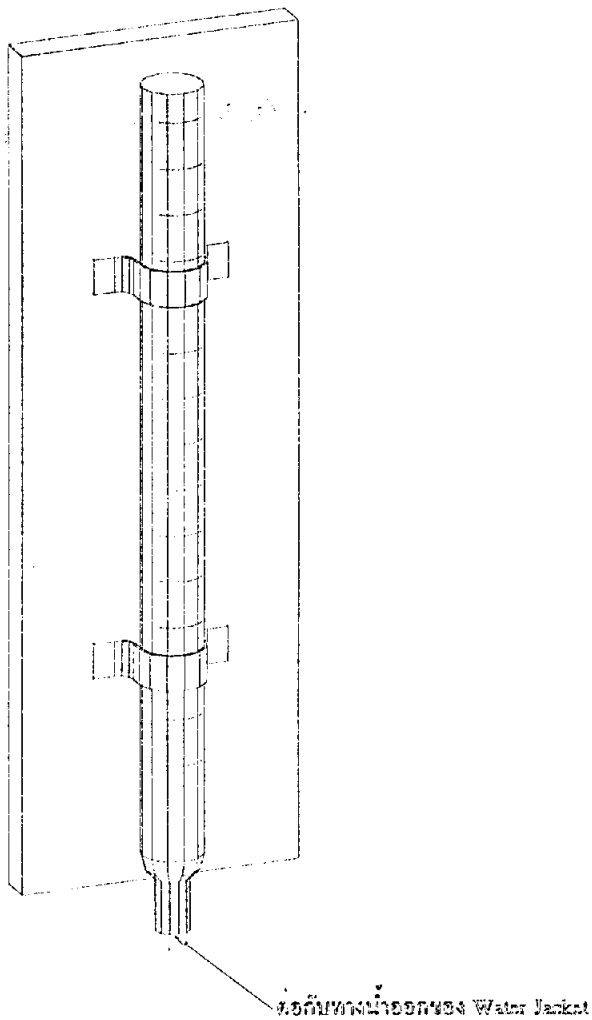


รูปที่3 เครื่องเขี่ยดีดความตึง

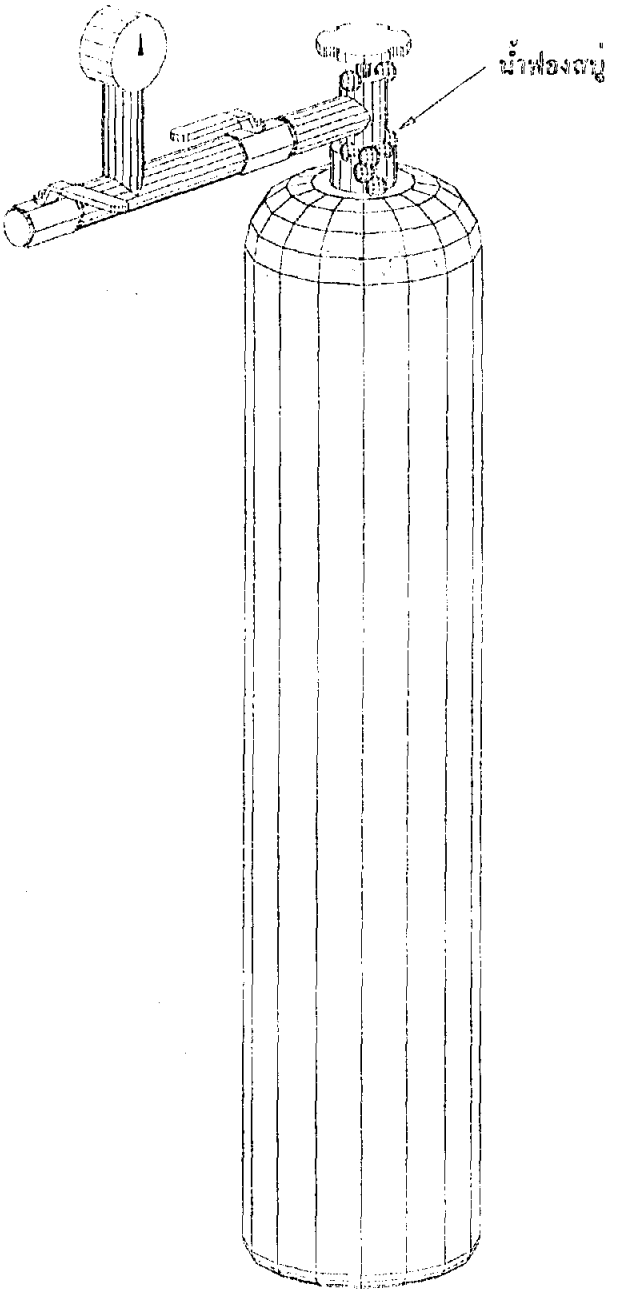


รูปที่ 4 Water Jacket

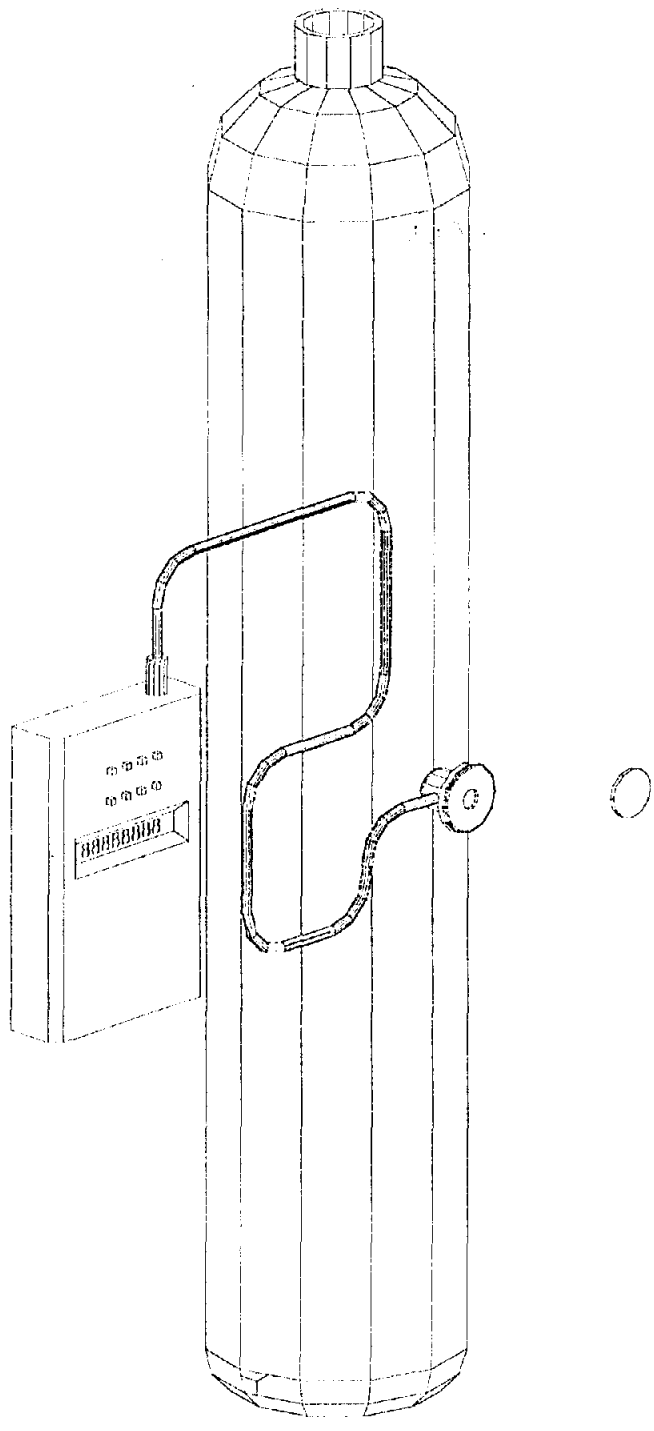




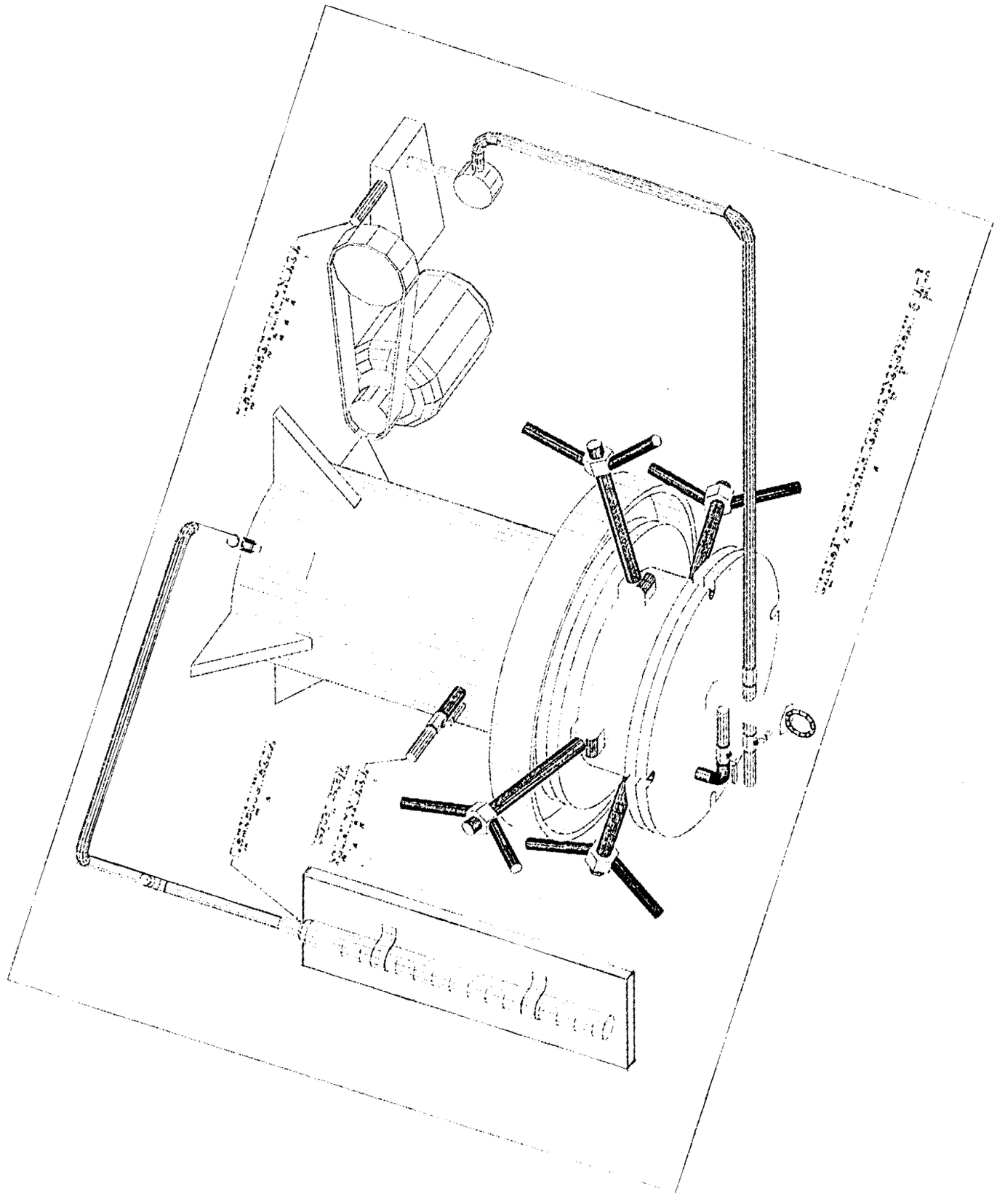
รูปที่ 6 หลอดแก้วรีดระดับน้ำ

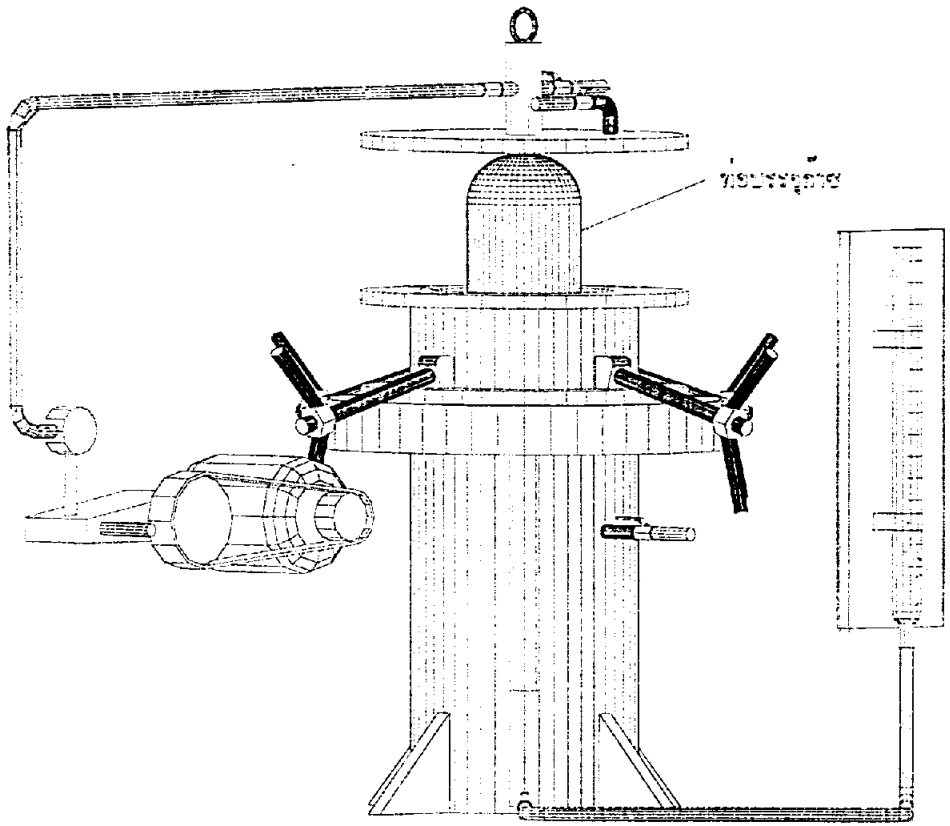


รูปที่ 7 การทดสอบการรั่วซึมของสิ่งแลกเปลี่ยวาดอท่อบรรจุก๊าซ



รูปที่ 3 แสดงการวัดความหนาของผนังท่อบรรจุก๊าซด้วยเครื่องมือ Ultrasonic Thickness Gauge





รูปที่ 10 แสดงการประกอบท่อบรรจุก๊าซกับเครื่องชั่งความดัน

REPORT OF CALIBRATION

Metrology Development Programme, Physics and Engineering Division

Department of Science Service

1 December 1994

(Mr. Banturng Tantawat)

Director of Physics and Engineering Division

Sample Designation : Pressure Gauge (0 - 14000 psi)

Marking : Nuova,FIMA (วศ.กท.6680 - 004 - 0001/14 - 2535)

Laboratoey No. : RV.931

Scale Reading	Pressure	Uncertainty
psi	psi	psi
1000	1085	±20
2000	2080	±20
3000	3068	± 20
4000	4054	±20
5000	5134	± 20
6000	6018	±20
7000	7008	±20

Note 1. The pressure gauge was calibrated by using the Dead -Weight Pressure Gauge Tester.

2. The temperature, relative humidity and atmosperic pressure during the test performance were (20 ± 1) °c , (58 ± 5)% RH. and (764 ± 1) mm Hg. respectively.

3. The uncertainty values were estimated on the basis of 95% confidence level.

4. The gravitational force at the pressure laboratory is 9.872972 (± 0.01) m/s^2

5. Date of calbration: Nov. 23,1994.

(Mr. Kasem Piritburana)

Head of Metrology Development Programme

(Mr.Veera Tulasombut)

Scientist 6