

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 540-2555

ออกซิเจนทางการแพทย์

MEDICAL OXYGEN

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 11.120.99

ISBN 978-616-231-401-8

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ออกซิเจนทางการแพทย์

มอก. 540-2555

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 130 ตอนพิเศษ 44 ง
วันที่ 4 เมษายน พุทธศักราช 2556

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 159
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจน

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทนันชัย บุญบุรพงค์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

กรรมการ

นางอรุณรัตน์	เตชาทวีวรรณ	กรมการแพทย์
นายประดับ	สว่างศรี	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
นาวาเอกสิงห์ลักษณ์	กล้าเสถียร	กรมอุทกหารเรือ
นายภูพิงค์	เอกะวิภาต	ราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย
นายอดิศร	เรืองเดช	สมาคมก๊าซอุตสาหกรรมสยาม
นายนราธิป	สุขโข	
นายมีชัย	อมรัตน์บงกช	บริษัท บางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด
นายปรัชญา	ศิริยานุมาตย์	บริษัท ไทยอินดัสเทรียล แก๊ส จำกัด (มหาชน)

กรรมการและเลขานุการ

นางกนกวรรณ บุญยาภิษฐาน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนการแพทย์ นี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 540-2527 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 101 ตอนที่ 178 วันที่ 30 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2527 และแก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกและกำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ออกซิเจนการแพทย์ มาตรฐานเลขที่ มอก.540-2545 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 119 ตอนพิเศษ 103 ง วันที่ 17 ตุลาคม พุทธศักราช 2545

ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดังกล่าวเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ออกซิเจนทางการแพทย์ โดยแก้ไขปรับปรุงสาระทางวิชาการให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในชุดก๊าซทางการแพทย์ที่ประกาศไปแล้ว ได้แก่

มอก. 30-2555 ไนตรัสออกไซด์ทางการแพทย์

มอก. 539-2546 คาร์บอนไดออกไซด์การแพทย์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

The Unite States Pharmacopeia, 32 Revision, 2009

มอก.358-2551 การใช้และการช่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน

มอก.359-2530 ภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ

มอก.1095-2535 ข้อต่อลิ้นภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในการแพทย์

มอก.87-2521 สีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางการแพทย์

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศ ตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4504 (พ.ศ. 2556)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ออกซิเจนการแพทย์

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ออกซิเจนทางการแพทย์

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนการแพทย์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 540-2545

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3098 (พ.ศ. 2545) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนการแพทย์ ลงวันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2545 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนทางการแพทย์ มาตรฐานเลขที่ มอก.540-2555 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนทางการแพทย์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 540-2555 ใช้บังคับเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

ประเสริฐ บุญชัยสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนทางการแพทย์

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะออกซิเจนที่ใช้ในทางการแพทย์

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ออกซิเจนทางการแพทย์ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ออกซิเจน” หมายถึง ออกซิเจนที่อยู่ในสถานะก๊าซหรือของเหลว มีสูตรเคมี O_2 สำหรับใช้ในทางการแพทย์ และมีปริมาณออกซิเจนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 99.0 โดยปริมาตรของ O_2

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 3.1 ลักษณะทั่วไป

ในสถานะก๊าซ ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี

ในสถานะของเหลว ไม่มีกลิ่น มีสีฟ้าอ่อน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและปฏิบัติตามข้อ 7.3

- 3.2 คุณลักษณะที่ต้องการ

ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการ
(ข้อ 3.2)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีวิเคราะห์ตาม
1	ความบริสุทธิ์ ร้อยละโดยปริมาตร ไม่น้อยกว่า	99.0	7.4
2	คาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละโดยปริมาตร ไม่เกิน	0.03	7.5
3	คาร์บอนมอนอกไซด์ ร้อยละโดยปริมาตร ไม่เกิน	0.0005	7.6
4	ความชื้น ไม่เกิน	0.12	7.7
5	ความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง*	ต้องผ่านการทดสอบ	7.8
6	สารออกซิไดส์* (oxidizing substance)	ต้องผ่านการทดสอบ	7.9

หมายเหตุ * กรณีที่กระบวนการผลิตเป็นกระบวนการแยกออกซิเจนจากอากาศ (air-liquefaction) และใช้เทคนิคการดูดซับโดยใช้สารอะลูมิโนซิลิเกต (alumino silicate) หรือแอคทีเวเต็ดอะลูมินา (activated alumina) เป็นตัวกำจัดคาร์บอน ไดออกไซด์และความชื้น ไม่ต้องทดสอบความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง และสารออกซิไดส์

4. ภาชนะบรรจุและการบรรจุ

- 4.1 ภาชนะที่ใช้บรรจุออกซิเจนต้องสะอาด และใช้บรรจุออกซิเจนเท่านั้น ห้ามนำท่อที่เคยบรรจุก๊าซอื่นมาใช้
- 4.2 ภาชนะบรรจุที่เป็นท่อ ให้เป็นไปตาม มอก.359 ในกรณีที่เป็นท่อใช้แล้ว ให้ตรวจสอบสภาพท่อตาม มอก. 358
- 4.3 สี ท่อบรรจุออกซิเจนให้ใช้สีเขียวมรกตตลอดทั้งตัวภาชนะ ส่วนคอและไหล่ให้เป็นไปตาม มอก.87
- 4.4 ข้อต่อภาชนะบรรจุออกซิเจนให้เป็นไปตาม มอก.1095
- 4.5 ภาชนะบรรจุที่เป็นถังเก็บออกซิเจนเหลว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถังเก็บก๊าซเหลว (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ)
- 4.6 ให้มีวัสดุหุ้มท่อข้อต่อบรรจุออกซิเจน เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกเข้าไปในข้อต่อ และเพื่อแยกท่อที่ยังไม่ได้ใช้งาน ออกจากท่อที่ใช้งานแล้ว และให้มีชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้บรรจุที่วัสดุหุ้มท่อด้วย

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ภาชนะบรรจุออกซิเจนหรือฉลากที่ติดอยู่ที่ภาชนะบรรจุทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือ เครื่องหมาย แจ้รยละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและไม่ลบเลือน

5.1.1 ในกรณีที่เป็นท่อบรรจุออกซิเจน

5.1.1.1 ที่ท่อ

- (1) เครื่องหมายกากบาทสีแดงล้อมรอบด้วยวงกลมสีแดงบนส่วนไหล่ และคำว่า “ออกซิเจนทางการแพทย์” และ “O₂” โดยใช้อักษรสีขาวที่ตัวท่อ ขนาดสูงไม่ต่ำกว่า 1 ใน 8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ
- (2) ปริมาตร เป็นลูกบาศก์เมตร อ้างอิงที่ความดันความดันบรรยากาศและอุณหภูมิ 27 °C (องศาเซลเซียส)

5.1.1.2 ฉลากที่ติดมากับท่อ

- (1) ความดันเกจของออกซิเจนที่บรรจุ เป็นเมกะพาสคัล
- (2) สัญลักษณ์ “UN 1072”
- (3) วัน เดือน ปี ที่บรรจุ หรือรหัสรุ่นที่บรรจุ
- (4) ข้อความหรือเครื่องหมายแสดงคำแนะนำในการเก็บและการใช้อย่างปลอดภัย เช่น “ห้ามใช้สารหล่อลื่นกับข้อต่อ” “เก็บในที่ร่มและที่มีอากาศถ่ายเท”
- (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือชื่อผู้บรรจุ และชื่อผู้จัดจำหน่าย หรือชื่อเครื่องหมายการค้าที่จด ทะเบียน

5.1.2 ในกรณีที่เป็นถังเก็บออกซิเจนเหลว

- (1) คำว่า “ออกซิเจนทางการแพทย์” และสูตร O₂ โดยใช้อักษรสีดำ
- (2) ข้อความหรือเครื่องหมายแสดงคำเตือน เช่น ห้ามสูบบุหรี่ ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ ห้ามนำสารไวไฟเข้าใกล้
- (3) สัญลักษณ์ “UN 1073”

5.2 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

7. การวิเคราะห์

7.1 ให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้เป็นวิธีตัดสิน

7.2 ให้วิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง

7.3 ลักษณะทั่วไป

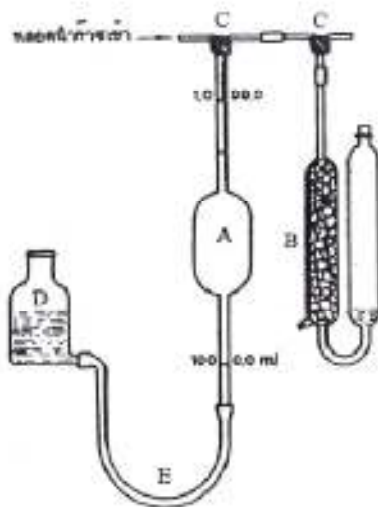
เปิดวาล์วภาชนะบรรจุด้วยความระมัดระวัง ให้ก๊าซออกซิเจนไหลด้วยความเร็วปานกลาง อย่าให้ออกซิเจนเข้าที่หน้าโดยตรง แต่หันส่วนของไอออกซิเจนให้เข้าที่จุก ต้องไม่ปรากฏกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

7.4 การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์

ให้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ทางเคมีที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้เครื่องมือวิเคราะห์แบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น เช่น ก๊าซโครมาโทกราฟี เครื่องวิเคราะห์แบบพาราแมกเนติกที่สอบเทียบแล้ว

7.4.1 เครื่องมือ

7.4.1.1 เครื่องวัดความบริสุทธิ์ ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 1



- A คือ บิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว ความจุ 100 mL (มิลลิลิตร) ระหว่างขีดบอกปริมาตรตั้งแต่ 99 mL ถึง 100 mL มีสเกลที่อ่านละเอียดถึง 0.1 mL
- B คือ แอบซอร์ปชันปิเปตต์ ซึ่งภายในบรรจุทองแดงที่ลักษณะเป็นขดลวด ตะแกรงลวด หรือรูปร่างอื่นที่เหมาะสม
- C คือ ก๊อกสามทางชนิดแคพิลลารี มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 mm (มิลลิเมตร)
- D คือ ขวดปรับระดับ ความจุประมาณ 175 mL
- E คือ สายยางยาวประมาณ 750 mm ต่ออยู่ระหว่างบิวเรตต์ A กับขวดปรับระดับ D

รูปที่ 1 ตัวอย่างเครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ (ข้อ 7.4.1)

7.4.2 สารละลายและวิธีเตรียม

7.4.2.1 สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ – แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

ผสมน้ำและสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (แอมโมเนียความเข้มข้น ร้อยละ 28.0 ถึง ร้อยละ 30.0) ในปริมาตรเท่ากัน แล้วทำให้อิ่มตัวด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิห้อง ให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับทดสอบ

7.4.3 วิธีวิเคราะห์

7.4.3.1 ประกอบเครื่องมือเข้าด้วยกัน (ดังรูปที่ 1) ให้ปลายหลอดแก้วชนกัน และบรรจุสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ – แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ลงในแอบซอร์ปชันปีเปตต์และขวดปรับระดับ ให้มีปริมาณพอเหมาะ

7.4.3.2 ไล่ก๊าซในบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว แอบซอร์ปชันปีเปตต์ และก๊อ C ออกให้หมด ปล่อยก๊าซตัวอย่างเข้าให้ได้ปริมาตรในบิวเรตต์เป็น 100 mL ในขณะที่ขวดปรับระดับอยู่ต่ำกว่ากระเปาะบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว

7.4.3.3 เปิดก๊อที่แอบซอร์ปชันปีเปตต์ แล้วไล่ก๊าซในบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้วไปยังแอบซอร์ปชันปีเปตต์ โดย การยกขวดปรับระดับขึ้น เขย่าแอบซอร์ปชันปีเปตต์สม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดการสัมผัสของสารละลาย ก๊าซ และทองแดง เขย่าต่อเนื่องจนกระทั่งปริมาตรไม่ลดลง

7.4.3.4 เมื่อก๊าซที่เหลือกลับลงมาในบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว วัดปริมาตร ปริมาตรที่วัดได้ต้องไม่เกิน 1.0 mL จึงจะถือว่ามีความบริสุทธิ์ ร้อยละไม่น้อยกว่า 99.0 โดยปริมาตร หมายเหตุ ทำการทดลองซ้ำอย่างน้อย 4 ครั้ง แล้วจึงวัดปริมาตรของก๊าซที่เหลือ

7.5 การวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์

7.5.1 เครื่องมือ

7.5.1.1 หลอดวัดคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide detector tube)

7.5.1.2 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ

7.5.2 วิธีวิเคราะห์

ผ่านก๊าซตัวอย่าง (1000 ± 50) mL ลงในหลอดวัดคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ โดยให้อัตราการไหลของก๊าซเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่หลอดวัด แล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดวัด

7.6 การวิเคราะห์คาร์บอนมอนอกไซด์

7.6.1 เครื่องมือ

7.6.1.1 หลอดวัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (carbonmonoxide detector tube)

7.6.1.2 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ

7.6.2 วิธีวิเคราะห์

ผ่านก๊าซตัวอย่าง (1000 ± 50) mL ลงในหลอดวัดคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ โดยให้อัตราการไหลของก๊าซเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่หลอดวัด แล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดวัด

7.7 การวิเคราะห์ความชื้น

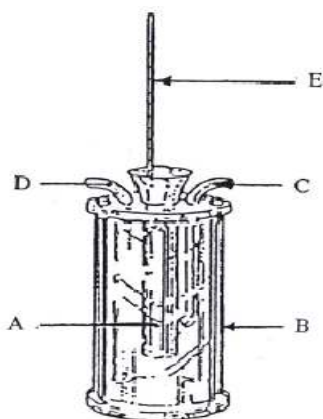
7.7.1 เครื่องมือ

เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ดังรูปที่ 2

7.7.2 สารเคมี

7.7.2.1 คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง

7.7.2.2 แอซีโตนหรือเอทานอล



- A คือ ภาชนะทรงกระบอกผนังบางทำด้วยโลหะ เช่น ทองแดงชุบโครเมียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 cm (เซนติเมตร) สูง 7.5 cm ถึง 12.7 cm ผิวด้านนอกเป็นมัน และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิที่ผิวด้านในและผิวด้านนอกต่างกัน
- B คือ ขวดแก้วหรือภาชนะโปร่งใส พร้อมฝาปิด
- C คือ ท่อนำก๊าซเข้า ทำด้วยทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ปลายท่ออยู่เหนือล่างสุดของภาชนะทรงกระบอก A ประมาณ 2.5 mm
- D คือ ท่อนำก๊าซออก ทำด้วยทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ
- E คือ เทอร์มอมิเตอร์ที่วัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่า -40°C

รูปที่ 2 เครื่องมือวิเคราะห์ความชื้น

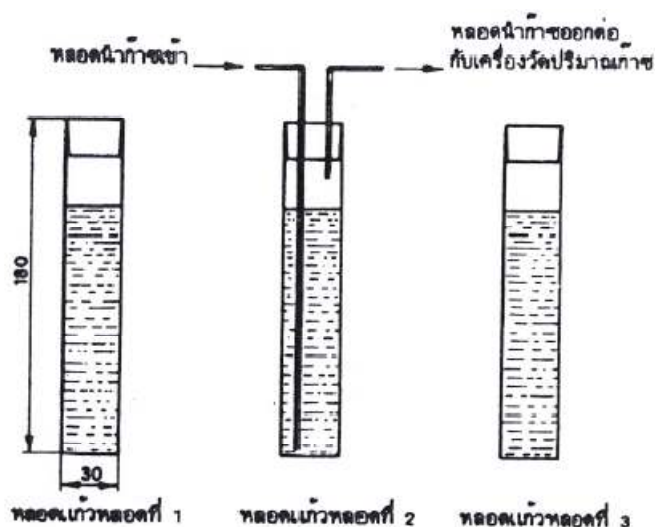
(ข้อ 7.7.1)

7.7.3 วิธีวิเคราะห์

- 7.7.3.1 ผ่านก๊าซตัวอย่างเข้าทางท่อ นำก๊าซเข้า ด้วยอัตรา 1 L/min (ลิตรต่อนาที) ถึง 5 L/min เดิมแอสซีโทนหรือเอทานอลลงในภาชนะบรรจุทรงกระบอก ประมาณครึ่งหนึ่งของความสูง
- 7.7.3.2 ค่อย ๆ เติมคาร์บอนไดออกไซด์แข็งขึ้นเล็ก ๆ พร้อมทั้งคนตลอดเวลา จนกระทั่งสังเกตเห็นละอองไอน้ำที่เกิดที่ผิวนอกของภาชนะทรงกระบอก A ตรงปลายท่อ นำก๊าซเข้า อ่านอุณหภูมิทันที
- 7.7.3.3 ทำซ้ำโดยปล่อยให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งละอองไอน้ำหายไป แล้วปฏิบัติตามข้อ 7.7.3.2 ซ้ำจนได้ค่าอุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิที่อ่านได้ต้องต่ำกว่าหรือเท่ากับ -40°C จึงจะถือว่ามีความเข้มข้นไม่เกิน 0.12 mg/L (มิลลิกรัมต่อลิตร)

7.8 การวิเคราะห์ความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง

7.8.1 เครื่องมือ (ดูรูปที่ 3)



รูปที่ 3 เครื่องมือวิเคราะห์ความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง

(ข้อ 7.8.1 และข้อ 7.8.2)

7.8.1.1 หลอดแก้วรูปทรงกระบอกจำนวน 3 หลอด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 30 mm สูงประมาณ 180 mm พร้อมจุกปิด เฉพาะหลอดแก้วที่ 2 มีจุกยางที่เจาะรูเพื่อใส่หลอดนำก๊าซเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.5 mm ยาวเกือบถึงก้นหลอด และมีหลอดนำก๊าซออกซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ

7.8.1.2 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ

7.8.2 สารละลายและวิธีเตรียม

7.8.2.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.01 mol/L (โมลต่อลิตร)

7.8.2.2 สารละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ ร้อยละ 0.5 โดยมวล

ละลายเมทิลเรด 0.5 g (กรัม) ในน้ำกลั่น 100 mL

7.8.3 วิธีวิเคราะห์

เติมสารละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 mL ลงในน้ำกลั่น 350 mL ต้มให้เดือด 5 min (นาที) เทใส่หลอดแก้วทั้ง 3 หลอด หลอดละ 100 mL ในขณะที่ยังอุ่นอยู่ โดยหลอดแก้วที่ 1 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 mL ส่วนหลอดแก้วที่ 2 และหลอดแก้วที่ 3 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.2 mL หลังจากนั้นปิดจุกหลอดแก้วที่ 1 และหลอดที่ 3 แล้วผ่านก๊าซตัวอย่าง 2 L (ลิตร) ลงในหลอดแก้วที่ 2 ภายใน 30 min เปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นในหลอดแก้วทั้งสาม โดยตั้งหลอดแก้วทั้งสามบนพื้นสีขาว เปิดจุก แล้วมองตรงจากด้านบนลงมา สีของสารละลายในหลอดแก้วที่ 2 ต้องไม่เข้มกว่าสีเหลืองของสารละลายในหลอดแก้วที่ 1 หรือไม่เข้มกว่าสีชมพูของสารละลายและหลอดแก้วที่ 3 จึงจะถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.9 การวิเคราะห์สารออกซิไดส์

7.9.1 เครื่องมือ

หลอดแก้วรูปทรงกระบอกเช่นเดียวกับข้อ 7.8.1.1 หลอดที่ 1 และหลอดที่ 2

7.9.2 สารเคมี สารละลาย และวิธีเตรียม

7.9.2.1 กรดเกลือเชิลแอซีติก ความหนาแน่น 1.049 g/cm³ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

7.9.2.2 สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์-น้ำแข็ง

ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.75 g ในน้ำกลั่น 100 mL ต้มให้เดือด เติมน้ำแข็ง (ละลายแข็ง 0.5 g ในน้ำกลั่น 35 mL) ลงไปจนหมดพร้อมทั้งคนอย่างสม่ำเสมอ ต้มให้เดือดอีก 2 min ถึง 3 min ปล่อยให้เย็น

ทดสอบความไวของสารละลาย โดยนำสารละลายมา 15 mL เติมกรดเกลือเชิลแอซีติก 0.05 mL และไอโอดีน 0.5 mmol/L (มิลลิโมลต่อลิตร) 0.25 mL สารละลายต้องไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

7.9.3 วิธีวิเคราะห์

เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์-น้ำแข็ง ซึ่งเตรียมขึ้นใหม่ ๆ 50 mL และกรดเกลือเชิลแอซีติก 0.2 mL ลงในหลอดแก้วทั้งสอง แล้วผ่านก๊าซตัวอย่าง 5 L ลงในหลอดแก้วที่ 2 สีของสารละลายในหลอดแก้วที่ 2 ต้องเหมือนกับสีของสารละลายในหลอดแก้วที่ 1 จึงจะถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด การทดสอบนี้ควรกระทำในที่ซึ่งไม่มีแสงสว่างมากเกินไป

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 6.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ออกซิเจนที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในคราวเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่าง
- ก.2.1.1 ในกรณีที่ภาชนะบรรจุเป็นท่อ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1 เพื่อตรวจสอบภาชนะบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และคุณลักษณะที่ต้องการ

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ ก.2.1.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ
1 ถึง 30	1
31 ถึง 60	2
ตั้งแต่ 60 ขึ้นไป	3

- ก.2.1.2 ในกรณีที่ภาชนะบรรจุเป็นถังเก็บออกซิเจนเหลว ให้ชักตัวอย่างในสภาพเหลวจากถังเก็บลงในคิวเออร์ฟลาสก์ (Dewar flask) หรือภาชนะอื่นใดที่มีคุณภาพเทียบเท่า ในปริมาตรไม่น้อยกว่า 2 L เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการ
- ก.2.2 เกณฑ์ตัดสิน
- ตัวอย่างออกซิเจนต้องเป็นไปตามข้อ 3, ข้อ 4, และข้อ 5. ทุกรายการ จึงจะถือว่าออกซิเจนรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

ข้อแนะนำในการเก็บและการเคลื่อนย้าย

ข.1 การเก็บท่อออกซิเจน

- ข.1.1 ต้องกำหนดสถานที่เก็บให้แน่นอน และสถานที่เก็บนั้นต้องเป็นที่แห้งและอากาศถ่ายเทได้ดี ถ้าเก็บนอก อาคารต้องมีที่รองรับและหลังคากันแดดกันฝน
- ข.1.2 ห้ามเก็บท่อใกล้วัตถุไวไฟ เช่น น้ำมัน ไขมัน สารที่ไหม้ไฟได้ หรือใต้เพลาเครื่องจักร หรือสถานที่ซึ่งน้ำมันสามารถหยดลงบนท่อ ลื่น หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ของท่อได้
- ข.1.3 ไม่ควรเก็บท่อออกซิเจนไว้ในห้องเดียวกับที่ผลิตอะเซทิลีนหรือใกล้กับท่อบรรจุก๊าซอะเซทิลีนหรือก๊าซอื่น ๆ ที่ไหม้ไฟได้ ถ้าจำเป็นต้องเก็บห้องเดียวกัน ต้องเก็บให้ห่างจากกันอย่างน้อย 6 m หรือมีฉนวนกันไฟที่ทนไฟได้ ซึ่งเมื่ออัตราการดันไฟอย่างน้อย 30 min สูงอย่างน้อย 1.50 m
- ข.1.4 ไม่ควรให้อุณหภูมิของท่อสูงถึง 50 °C เพราะความดันในท่อจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นห้ามเก็บท่อไว้ใกล้เตาไฟ เครื่องกระจายความร้อนและแหล่งให้ความร้อน
- ข.1.5 ต้องมีวิธีหรืออุปกรณ์ป้องกันมิให้ท่อล้ม เช่น มีสายรัด
- ข.1.6 ต้องไม่ให้ท่อได้รับการกระทบกระเทือนอย่างแรง ซึ่งอาจทำให้ตัวท่อ วาล์ว หรืออุปกรณ์นิรภัยอื่น ๆ เสียหายได้ ไม่ควรเก็บท่อใกล้ลิฟต์ทางเดินหรือสถานที่ที่มีการเคลื่อนย้ายวัตถุหนัก ๆ ไปมา เพราะอาจกระแทกหรือตกทับท่อได้
- ข.1.7 ต้องติดอุปกรณ์ป้องกันวาล์วตลอดเวลา
- ข.1.8 ห้ามบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณที่เก็บท่อ
- ข.1.9 ควรเก็บท่อให้ใช้ได้ตามลำดับก่อนหลังที่ได้รับมา
- ข.1.10 ควรแยกท่อเปล่าและท่อที่มีก๊าซอยู่เต็มออกจากกัน ท่อเปล่าควรติดอุปกรณ์ป้องกันวาล์ว และทำเครื่องหมายไว้เพื่อป้องกันมิให้สับสน
- ข.1.11 ห้ามเก็บท่อไว้ในที่ชื้น ใกล้เกลือ หรือสารเคมีกัดกร่อน เพราะจะทำให้ท่อเป็นสนิม
- ข.1.12 ห้ามสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟในบริเวณใช้งานและสถานที่เก็บ

ข.2 การเคลื่อนย้ายท่อออกซิเจน

- ข.2.1 ต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการกระเทือนหรือกระแทก ห้ามโยนท่อ และต้องติดอุปกรณ์ป้องกันวาล์ว
- ข.2.2 พาหนะบรรทุกท่อออกซิเจนต้องมีสายรัดท่อไว้ให้แน่น ควรมีที่ยึดให้มั่นคงเพื่อไม่ให้หล่น และท่อควรจะต้องตั้งตรง
- ข.2.3 พาหนะที่ใช้ขนส่งท่อต้องมีข้อความ “ก๊าซอันตราย” ให้เห็นได้อย่างชัดเจน

ข.3 การเก็บและการเติมออกซิเจนเหลว

- ข.3.1 ถังเก็บออกซิเจนเหลว ไม่ควรตั้งในบริเวณที่เสี่ยงต่ออันตรายจากการถูกชน หรือใกล้เคียงกับ บริเวณก่อสร้าง เสาไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า หรือใกล้เคียงกับบริเวณที่มีเชื้อเพลิง ตัวอย่าง สถานที่ตั้งถังเก็บออกซิเจนเหลวดังแสดงในตารางที่ ข.1
- ข.3.2 บริเวณที่ตั้งถังเก็บออกซิเจนเหลวต้องมีรั้วสูงไม่น้อยกว่า 2 m (เมตร) ล้อมรอบ ป้องกันไม่ให้ บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไป
- ข.3.3 การเติมออกซิเจนเหลวทุกครั้งต้องกระทำโดยผู้ชำนาญการด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกัน อันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นได้
- ข.3.4 พาหนะขนส่งออกซิเจนเหลวต้องมีตัวอักษรระบุคำว่า “ออกซิเจนเหลว” และ “ก๊าซอันตราย” อย่างชัดเจนในที่ซึ่งสังเกตเห็นได้ง่าย

ตารางที่ ข.1 ตัวอย่างสถานที่ตั้งถังเก็บออกซิเจนเหลว

(ข้อ ข.3.1)

ประเภทวัสดุ	ระยะห่างจากถังเก็บออกซิเจนเหลว m	
	ขนาดไม่เกิน 20 ตัน	ขนาดเกิน 20 ตัน ถึง 200 ตัน
เปลวไฟ ควันไฟ	5	8
แหล่งเก็บวัสดุติดไฟ บ้านไม้	5	8
ปล่องระบายก๊าซเชื้อเพลิง	5	8
ที่จอดรถทั่วไป (ยกเว้นรถที่ได้รับอนุญาต)	5	8
ถนนสาธารณะ	5	8
รางรถไฟ	10	15
รั้วโรงพยาบาล	5	8
สำนักงาน ห้องอาหาร ที่คนอยู่รวมกัน	5	8
ชุมชนสาธารณะ เช่น สนามกีฬา	10	15
ท่อก๊าซหรือของเหลวติดไฟได้ (ไม่มีข้อต่อหรือลิ้น)	3	3
เครื่องยนต์ เครื่องจักรที่ไม่เกี่ยวข้อง	5	8