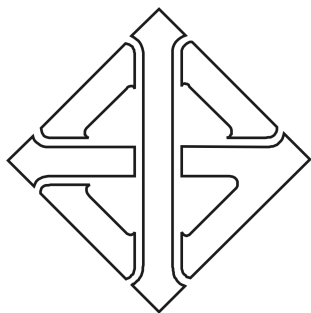




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 540-2555



ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

ออกซิเจนทางการแพทย์

MEDICAL OXYGEN

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 11.120.99

ISBN 978-616-231-401-8



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

# 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       | เตชาทวิวรรณ   | กรมการแพทย์                               |
| นายประดับ          | สว่างศรี      | กรมวิทยาศาสตร์บริการ                      |
| นาวาเอกสิงห์ลักษณ์ | กล้าเสถียร    | กรมอุทกหารเรือ                            |
| นายภูพิงค์         | เอกะวิภาต     | ราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย      |
| นายอดิสร           | เรืองเดช      | สมาคมก๊าซอุตสาหกรรมสยาม                   |
| นายธนราธิป         | สุขโข         |                                           |
| นายมีชัย           | อมรัตน์บงกช   | บริษัท บางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด       |
| นายปรัชญา          | ศิริยานุมาตย์ | บริษัท ไทยอินดัสเทรียล แก๊ส จำกัด (มหาชน) |

**กรรมการและเลขานุการ**

|            |             |                                    |
|------------|-------------|------------------------------------|
| นางกนกวรรณ | บุญยาทิษฐาน | 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 โดยแก้ไขปรับปรุงสาระทางวิชาการให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีใน ปัจจุบัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในชุดก๊าซทางการแพทย์ที่ประกาศไปแล้ว ได้แก่

มอก. 30-2555 ไนตรัสออกไซด์ทางการแพทย์

มอก. 539-2546 คาร์บอนไดออกไซด์การแพทย์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

The United States Pharmacopeia, 32 Revision, 2009

มอก.358-2551 การใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน

มอก.359-2530 ภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ

มอก.1095-2535 ข้อต่อลิ้นภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในการแพทย์

มอก.87-2521 สีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางการแพทย์

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศ ตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก



## 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



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

# 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
- ในภาวะก๊าซ ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี
- ในภาวะของเหลว 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) และใช้เทคนิคการดูดซึมโดยใช้สารอะลูมิโนซิลิเกต (alumino silicate) หรือแอคทีเวเต็ดอะลูมินา (activated alumina) เป็นตัวกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์และความชื้น ไม่ต้องทดสอบความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง และสารออกซิไดส์

#### 4. ภาชนะบรรจุและการบรรจุ

- 4.1 ภาชนะที่ใช้บรรจุออกซิเจนต้องสะอาด และใช้บรรจุออกซิเจนเท่านั้น ห้ามนำท่อที่เคยบรรจุก๊าซอื่นมาใช้
- 4.2 ภาชนะบรรจุที่เป็นท่อ ให้เป็นไปตาม มอก.359 ในกรณีที่เป็ท่อใช้แล้ว 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 แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและไม่ลบเลือน

5.1.1 ในกรณีที่เป็นการบรรจุออกซิเจน

5.1.1.1 ที่ท่อ

- (1) เครื่องหมายกากบาทสีแดงล้อมรอบด้วยวงกลมสีแดงบนส่วนไหล่ และคำว่า “ออกซิเจนทางการแพทย์” และ “O<sub>2</sub>” 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 ในกรณีที่เป็นการถังเก็บออกซิเจนเหลว

- (1) คำว่า “ออกซิเจนทางการแพทย์” และสูตร O<sub>2</sub> 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

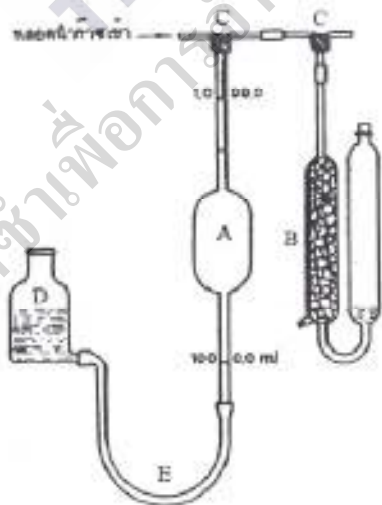
เปิดวาล์วภาชนะบรรจุด้วยความระมัดระวัง ให้ก๊าซออกซิเจนไหลด้วยความเร็วปานกลาง อย่าให้ออกซิเจนเข้าที่หน้าโดยตรง แต่หันส่วนของไอก๊าซออกซิเจนให้เข้าที่จมูก ต้องไม่ปรากฏกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

7.4 การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์

ให้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ทางเคมีที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้เครื่องมือวิเคราะห์แบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น เช่น แก๊สโครมาโทกราฟี เครื่องวิเคราะห์แบบพารามิกเนติกที่สอบเทียบแล้ว

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 | แอบซอร์ปชันปีเปตต์ ซึ่งภายในบรรจุทองแดงที่ลักษณะเป็นขดลวด ตะแกรงลวด หรือรูปร่างอื่นที่เหมาะสม                                 |
| C | คือ | ก๊อกลำทางชนิดแคพิลลารี 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 – แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ลงในแอบซอร์ปชันปิเปตต์และขวดปรับระดับ ให้มีปริมาณพอเหมาะ

7.4.3.2 ใส่ก๊าซในบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว แอบซอร์ปชันปิเปตต์ และก๊อ C ออกให้หมด ปล่อยก๊าซตัวอย่างเข้าให้ได้ปริมาตรในบิวเรตต์เป็น 100 mL ในขณะที่ขวดปรับระดับอยู่ต่ำกว่ากระเปาะบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว

7.4.3.3 เปิดก๊อที่แอบซอร์ปชันปิเปตต์ แล้วใส่ก๊าซในบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้วไปยังแอบซอร์ปชันปิเปตต์ โดย การยกขวดปรับระดับขึ้น เขย่าแอบซอร์ปชันปิเปตต์สม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดการสัมผัสของสารละลาย ก๊าซ และทองแดง เขย่าต่อเนื่องจนกระทั่งปริมาตรไม่ลดลง

7.4.3.4 เมื่อก๊าซที่เหลือกลับลงมาในบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว วัดปริมาตร ปริมาตรที่วัดได้ต้องไม่เกิน 1.0 mL จึงจะถือว่ามีความบริสุทธิ์ ร้อยละ ไม่น้อยกว่า 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 ( $1000 \pm 50$ ) 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 ( $1000 \pm 50$ ) mL ลงในหลอดวัดคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ โดยให้อัตราการไหลของก๊าซเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่หลอดวัด แล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดวัด

## 7.7 การวิเคราะห์ความชื้น

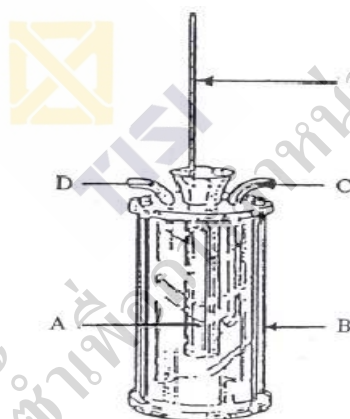
### 7.7.1 เครื่องมือ

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  $-40^{\circ}\text{C}$

รูปที่ 2 เครื่องมือวิเคราะห์ความชื้น

(ข้อ 7.7.1)

### 7.7.3 วิธีวิเคราะห์

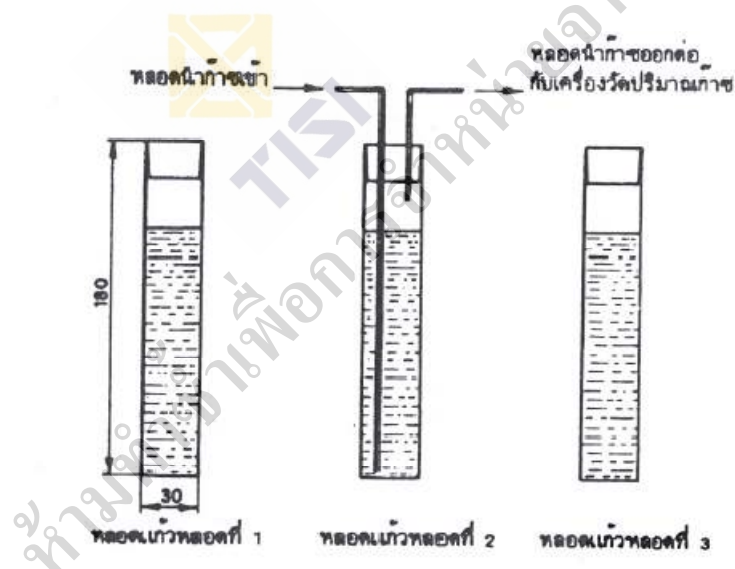
7.7.3.1 ผ่านก๊าซตัวอย่างเข้าทางท่อนำก๊าซเข้า ด้วยอัตรา 1 L/min (ลิตรต่อนาที) ถึง 5 L/min เดิมแอสีโทนหรือเอทานอลลงในภาชนะบรรจุทรงกระบอก ประมาณครึ่งหนึ่งของความสูง

7.7.3.2 ค่อย ๆ เติมคาร์บอนไดออกไซด์แข็งขึ้นเล็ก ๆ พร้อมทั้งคนตลอดเวลา จนกระทั่งสังเกตเห็นละอองไอน้ำที่เกิดที่ผิวนอกของภาชนะทรงกระบอก A ตรงปลายท่อนำก๊าซเข้า อ่านอุณหภูมิทันที

7.7.3.3 ทำซ้ำโดยปล่อยให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งละอองไอน้ำหายไป แล้วปฏิบัติตามข้อ 7.7.3.2 ซ้ำจนได้ค่าอุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิที่อ่านได้ต้องต่ำกว่าหรือเท่ากับ  $-40^{\circ}\text{C}$  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 มีจุกยางที่เจาะรูเพื่อให้หลอดนำก๊าซเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.5 mm ขาวเกือบถึงก้นหลอด 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 กรดเกลเซียลแอซิดิก ความหนาแน่น 1.049 g/cm<sup>3</sup> (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 เติมกรดเกลเซียลแอซิดิก 0.05 mL และไอโอดีน 0.5 mmol/L (มิลลิโมลต่อลิตร) 0.25 mL สารละลายต้องไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

### 7.9.3 วิธีวิเคราะห์

เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์-น้ำแข็ง ซึ่งเตรียมขึ้นใหม่ ๆ 50 mL และกรดเกลเซียลแอซิดิก 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<br>หน่วยภาชนะบรรจุ | ขนาดตัวอย่าง<br>หน่วยภาชนะบรรจุ |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1 ถึง 30                    | 1                               |
| 31 ถึง 60                   | 2                               |
| ตั้งแต่ 60 ขึ้นไป           | 3                               |

- ก.2.1.2 ในกรณีที่ภาชนะบรรจุเป็นถังเก็บออกซิเจนเหลว ให้ชักตัวอย่างในสภาพเหลวจากถังเก็บลงในคิวเออร์ฟลาสก์ (Dewar flask) หรือภาชนะอื่นใดที่มีคุณภาพเทียบเท่า ในปริมาณไม่น้อยกว่า 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 อาคารต้องมีที่รองรับและหลังคา กันแดด กันฝน
- ข.1.2 ห้ามเก็บท่อใกล้วัตถุไวไฟ เช่น น้ำมัน ไขมัน สารที่ไหม้ไฟได้ หรือได้เพลิงเครื่องจักร หรือสถานที่ซึ่งน้ำมันสามารถหยดลงบนท่อ ลื่น หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ของท่อได้
- ข.1.3 ไม่ควรเก็บท่อออกซิเจนไว้ในห้องเดียวกับที่ผลิตอะเซทิลีนหรือใกล้กับท่อบรรจุก๊าซอะเซทิลีนหรือก๊าซอื่น ๆ ที่ไหม้ไฟได้ ถ้าจำเป็นต้องเก็บห้องเดียวกัน ต้องเก็บให้ห่างจากกันอย่างน้อย 6 m หรือมีฉนวนกันไฟด้วยผนังกันไฟ ซึ่งมีอัตราการต้านไฟอย่างน้อย 30 min สูงอย่างน้อย 1.50 m
- ข.1.4 ไม่ควรให้อุณหภูมิของท่อสูงถึง 50 °C เพราะความดันในท่อจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ห้ามเก็บท่อไว้ใกล้เตาไฟ เครื่องกระจายความร้อนและแหล่งให้ความร้อน
- ข.1.5 ต้องมีวิธีหรืออุปกรณ์ป้องกันมิให้ท่อลื่น เช่น มีสายรัด
- ข.1.6 ต้องไม่ให้ท่อได้รับการกระทบกระเทือนอย่างแรง ซึ่งอาจทำให้ตัวท่อ วาล์ว หรืออุปกรณ์นิรภัยอื่นๆ เสียหายได้ ไม่ควรเก็บท่อใกล้ลิฟต์ทางเดินหรือสถานที่ที่มีการเคลื่อนย้ายวัตถุหนักๆ ไปมา เพราะอาจกระทบกระเทือนหรือตกทับท่อได้
- 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 ไม่ให้เกิดการกระเทือนหรือกระทบ ห้ามโยนท่อ และต้องติดอุปกรณ์ป้องกันวาล์ว
- ข.2.2 พาหนะบรรทุกท่อออกซิเจนต้องมีสายรัดท่อไว้ให้แน่น ควรมีที่ยึดให้มั่นคงเพื่อไม่ให้หล่น และท่อควรจะต้องตรง
- ข.2.3 พาหนะที่ใช้ขนส่งท่อต้องมีข้อความ “ก๊าซอันตราย” ให้เห็นได้อย่างชัดเจน

### ข.3 การเก็บและการเติมออกซิเจนเหลว

- ข.3.1 ถังเก็บออกซิเจนเหลว ไม่ควรตั้งในบริเวณที่เสี่ยงต่ออันตรายจากการถูกชน หรือใกล้เคียงกับบริเวณก่อสร้าง เสาไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า หรือใกล้เคียงกับบริเวณที่มีเชื้อเพลิง ตัวอย่างสถานที่ตั้งถังเก็บออกซิเจนเหลวดังแสดงในตารางที่ ข.1
- ข.3.2 บริเวณที่ตั้งถังเก็บออกซิเจนเหลวต้องมีรั้วสูงไม่น้อยกว่า 2 m (เมตร) ล้อมรอบ ป้องกันไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไป
- ข.3.3 การเติมออกซิเจนเหลวทุกครั้งต้องกระทำโดยผู้ชำนาญการด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นได้
- 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 คิวไฟ                                     | 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                           |