

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตู้เย็นสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัย

เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม : ประสิทธิภาพพลังงาน

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดประสิทธิภาพพลังงานของตู้เย็นสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยหรือที่มีจุดประสงค์การใช้งานคล้ายกัน
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะตู้เย็นประเภท 1 ประตู แบบการขจัดน้ำแข็งด้วยมือ และแบบการขจัดน้ำแข็งกึ่งอัตโนมัติ และประเภท 2 ประตู แบบการขจัดน้ำแข็งด้วยมือ แบบการขจัดน้ำแข็งกึ่งอัตโนมัติ และแบบการขจัดน้ำแข็งอัตโนมัติ เท่านั้น
- 1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะตู้เย็นแบบอัด (compression-type) เท่านั้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ตู้เย็นสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัย (household refrigerator) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ตู้เย็น” หมายถึง ตู้ที่จุความร้อนที่มีอุปกรณ์และปริมาตรเหมาะสมสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัย มีเครื่องทำความเย็นโดยพลังงานไฟฟ้า
- 2.2 ประสิทธิภาพพลังงาน หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของตู้เย็น กำหนดค่าในรูปของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี ตามขนาดปริมาตรปรับเทียบของตู้เย็น
- 2.3 การขจัดน้ำแข็งด้วยมือ (manually defrosted) หมายถึง การขจัดน้ำแข็งในตู้เย็นโดยผู้ใช้งานต้องมีบทบาทในการเริ่มและกำหนดระยะเวลาการขจัดแต่ละครั้ง ส่วนในเรื่องการให้น้ำที่ได้จากการละลายหรือน้ำแข็งหรือน้ำแข็งออกจากบริเวณแช่แข็งผู้ใช้จะมีบทบาทหรือไม่ก็ได้
- 2.4 การขจัดน้ำแข็งกึ่งอัตโนมัติ (semi-automatically defrosted) หมายถึง การขจัดน้ำแข็งในตู้เย็น โดยผู้ใช้งานมีบทบาทในการเริ่มการขจัดแต่ละครั้ง แต่ไม่ต้องมีบทบาทในเรื่องระยะเวลาการขจัดและการให้น้ำที่ได้จากการละลายออกจากบริเวณแช่แข็ง หรือหมายถึง การขจัดน้ำแข็งในตู้เย็น โดยผู้ใช้งานไม่มีบทบาทในการเริ่มการขจัดและกำหนดระยะเวลาในการขจัดแต่ละครั้ง แต่ต้องมีบทบาทในการขจัดน้ำที่ได้จากการละลายออกจากบริเวณแช่แข็ง
- 2.5 การขจัดน้ำแข็งอัตโนมัติ (automatically defrosted) หมายถึง การขจัดน้ำแข็งในตู้เย็น โดยผู้ใช้งานไม่ต้องมีบทบาทในเรื่องความถี่และระยะเวลาการขจัดและการให้น้ำที่ได้จากการละลายออกจากบริเวณแช่แข็ง

- 2.6 ปริมาตรปรับเทียบ (adjusted volume) หมายถึง ปริมาตรช่องเก็บอาหารที่ได้รับการปรับค่าเนื่องจากความแตกต่างด้านอุณหภูมิของช่องเก็บอาหาร โดยใช้อุณหภูมิของช่องแช่เย็นเป็นหลัก
- 2.7 ปริมาตรภายในที่กำหนด (rated gross volume) หมายถึง ปริมาตรภายในที่ผู้ทำระบุไว้ที่ฉลาก
- 2.8 ช่องแช่แข็ง (frozen food storage compartment) หมายถึง ช่องสำหรับเก็บอาหารแช่แข็ง
- 2.9 ช่องแช่เย็น (fresh food storage compartment) หมายถึง ช่องสำหรับเก็บอาหารที่ไม่ต้องการแช่แข็ง
- 2.10 อุณหภูมิโดยรอบ (ambient temperature) หมายถึง อุณหภูมิของบรรยากาศรอบ ๆ ตู้เย็นที่ทดสอบซึ่งเท่ากับของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ 3 จุด (t_{a1} t_{a2} และ t_{a3}) วัด ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากศูนย์กลางของผนังด้านข้าง 2 ด้าน และด้านหน้าของตู้เย็นในแนวตั้งจากด้านบน 350 มิลลิเมตร
- 2.11 อุณหภูมิแช่เย็น (fresh food storage temperature, t_m) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ t_1 t_2 และ t_3 ณ จุดต่าง ๆ ที่กำหนดในข้อ ค.4 ซึ่งอุณหภูมิของแต่ละจุดที่กำหนดให้นี้เป็นค่าเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุดที่วัดได้ในรอบควบคุม 1 รอบ
- 2.12 อุณหภูมิแช่แข็ง (frozen food storage temperature) หมายถึง อุณหภูมิ ณ จุดวัดของช่องแช่แข็งตามที่กำหนดในข้อ ค.5
- 2.13 รอบควบคุม (control cycle) หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างการเริ่มต้นทำงาน 2 ครั้งติดกัน หรือหยุดทำงาน 2 ครั้งติดกันของระบบทำความเย็น เมื่อควบคุมโดยอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิภายใต้ภาวะการทำงานที่เสถียร

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 3.1 ประสิทธิภาพพลังงาน
ประสิทธิภาพพลังงานของตู้เย็น ต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพพลังงาน

(ข้อ 3.1)

ประเภทตู้เย็น	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี)
1 ประตู แบบการขจัดฝ้าน้ำแข็งด้วยมือ และแบบการขจัดฝ้าน้ำแข็งกึ่งอัตโนมัติ - AV < 100 - AV ≥ 100	300 + 0.80 x AV 171 + 0.46 x AV
2 ประตู แบบการขจัดฝ้าน้ำแข็งด้วยมือ แบบการขจัดฝ้าน้ำแข็งกึ่งอัตโนมัติ และแบบการขจัดฝ้าน้ำแข็งอัตโนมัติ - AV < 450 - AV ≥ 450	457 + 0.46 x AV 457 + 0.80 x AV

หมายเหตุ AV หมายถึง ปริมาตรปรับเทียบของตู้เย็น เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร)
การวัดให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

- 3.2 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี ต้องไม่เกินร้อยละ 110 ของค่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก
- 3.3 ปริมาตรภายในที่วัดได้ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 ของค่าปริมาตรภายในที่กำหนดที่ระบุไว้ที่ฉลาก

4. เครื่องหมายและฉลาก

- 4.1 ที่ตู้เย็นทุกตู้ อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร
- (1) แบบการจัดผ่านน้ำแข็ง
 - (2) ปริมาตรภายในที่กำหนด เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร
 - (3) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
 - (4) ชนิดและน้ำหนักของสารทำความเย็น เป็นกรัม
 - (5) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ความถี่ที่กำหนด และกระแสไฟฟ้าที่กำหนด
 - (6) ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี เป็น กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี
 - (7) แบบรุ่น
- 4.2 กรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศร่วมด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

5. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 5.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง ตู้เย็นประเภทจำนวนประตู แบบการจัดผ่านน้ำแข็ง ขนาดปริมาตรอย่างเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน จากโรงงานเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบ หรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- 5.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไป นี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 5.2.1 การชักตัวอย่าง
ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 1 ตู้
- 5.2.2 เกณฑ์ตัดสิน
ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3. และข้อ 4. ทุกรายการ จึงจะถือว่าตู้เย็นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้
- หากตัวอย่างไม่เป็นไปตามข้อ 3.1 ให้ชักตัวอย่างใหม่อีก 3 ตู้มาทดสอบซ้ำ ตามภาคผนวก ค. ค่าเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีของทั้ง 3 ตู้ ต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1 จึงจะถือว่าตู้เย็นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

6. การทดสอบ

- 6.1 ผู้ทำต้องแจ้งรายละเอียดทางเทคนิคของตู้เย็นเพื่อใช้ในการทดสอบ ตามภาคผนวก ข.
- 6.2 การทดสอบ
- 6.2.1 เครื่องหมายและฉลาก
ให้ทำโดยการตรวจพินิจ
 - 6.2.2 ประสิทธิภาพพลังงาน
ให้เป็นไปตามภาคผนวก ค.

ภาคผนวก ก.

การหาปริมาตรของตู้เย็น (ตารางที่ 1)

ก.1 ตู้เย็นประเภท 1 ประตู

ให้ทำการวัดปริมาตรของช่องแช่แข็งก่อน แล้วจึงวัดปริมาตรของช่องแช่เย็น

ก.1.1 ปริมาตรของช่องแช่แข็ง (V_f)

ให้วัดปริมาตรของช่องแช่แข็งโดยการวัดปริมาตรของช่องอิวาพอเรเตอร์ (ตัวอย่างดังรูปที่ ก.1) มีค่าเท่ากับ ผลคูณของความลึก ความกว้างและความสูง ดังต่อไปนี้

ก.1.1.1 ความลึก

ความลึกของช่องอิวาพอเรเตอร์ที่ไม่มีช่องเก็บอาหารอยู่ข้างหน้า เป็นระยะห่างในแนวราบเฉลี่ยของผนังด้านในระหว่างพื้นผิวด้านหน้ากับพื้นผิวด้านหลังของผนังตู้วัดที่ระดับเดียวกับอิวาพอเรเตอร์ ในกรณีที่ช่องเก็บอาหารอยู่ด้านหน้าช่องอิวาพอเรเตอร์ ความลึกของช่องอิวาพอเรเตอร์ เป็นระยะห่าง ในแนวราบเฉลี่ยจากพื้นผิวจากด้านในของผนังตู้เย็นด้านหลังถึงส่วนหน้าสุดของอิวาพอเรเตอร์ หรือของประตูช่องอิวาพอเรเตอร์ (ถ้ามี)

ก.1.1.2 ความกว้าง

ความกว้างของช่องอิวาพอเรเตอร์ เป็นระยะความกว้างในแนวราบทั้งหมดของอิวาพอเรเตอร์ (ไม่รวม ซักชันเฮดเดอร์ (suction header) ซึ่งอยู่ใกล้กับด้านบนของอิวาพอเรเตอร์) หรือถ้ามีสันนูน (side rib) ก็ให้รวมความกว้างของสันนูนด้วย

ในกรณีที่ระยะห่างในแนวราบระหว่างอิวาพอเรเตอร์หรือสันนูนกับผนังด้านในของตู้เย็น น้อยกว่า 70 มิลลิเมตร ให้รวมช่องว่างนี้เป็นส่วนหนึ่งของช่องอิวาพอเรเตอร์ด้วย

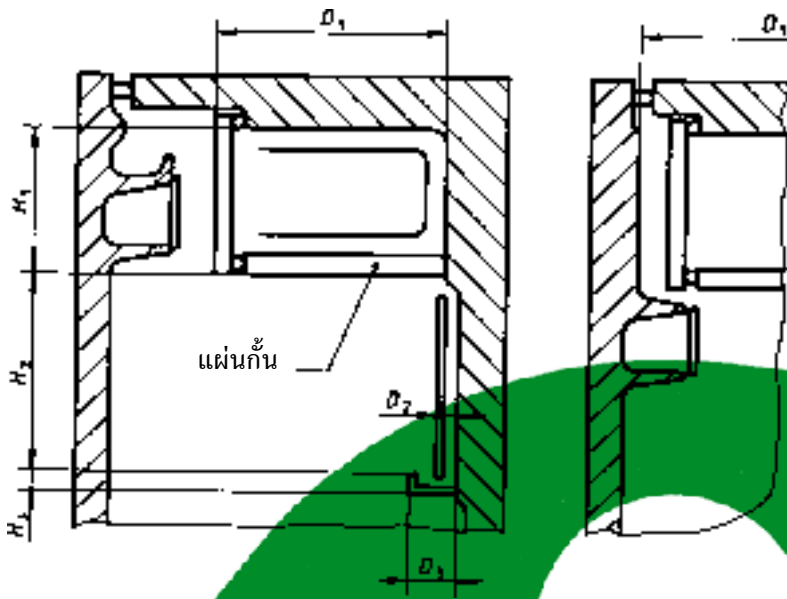
ก.1.1.3 ความสูง

ความสูงของช่องอิวาพอเรเตอร์ เป็นระยะห่างในแนวตั้งเฉลี่ยระหว่างส่วนบนของอิวาพอเรเตอร์กับ ส่วนบนสุดของช่องแช่เย็น

ในกรณีช่องว่างเหนืออิวาพอเรเตอร์หรือช่องว่างใต้อิวาพอเรเตอร์เกิน 40 มิลลิเมตร ให้รวมปริมาตร ช่องนี้ไปเป็นปริมาตรของช่องแช่เย็นด้วย

ในกรณีช่องว่างเหนืออิวาพอเรเตอร์ หรือช่องว่างใต้อิวาพอเรเตอร์ไม่เกิน 40 มิลลิเมตร ให้รวม ปริมาตรช่องนี้ไปเป็นปริมาตรของช่องแช่แข็งด้วย

ความสูงของช่องอิวาพอเรเตอร์ให้วัดรวมถึงถาดรองรับน้ำและ/หรือที่เก็บรองรับน้ำภายในตู้ ยกเว้น ในกรณีที่ความสูงการเก็บน้ำของถาดรองรับน้ำเกิน 40 มิลลิเมตร และผู้ใช้ต้องเปิดสวิตซ์จัดฝ้าน้ำแข็งเอง



การคำนวณหาปริมาตร

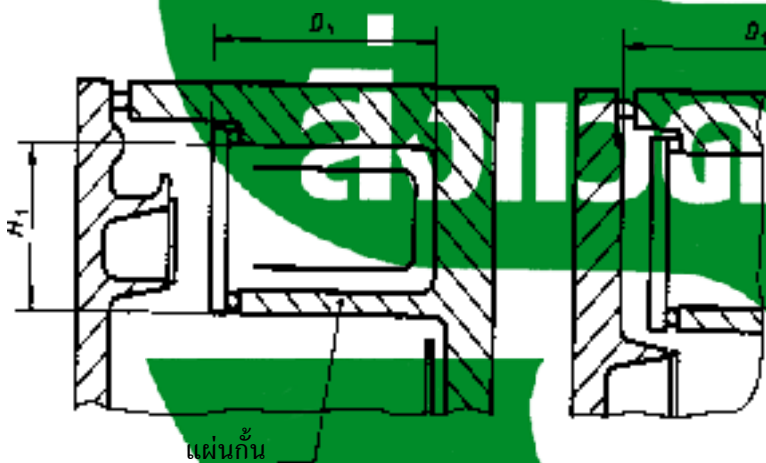
$$V_f = (D_1 \times H_1 \times W_1) + (D_2 \times H_2 \times W_2) + (D_3 \times H_3 \times W_3)$$

เมื่อ W_1 คือ ความกว้างของช่องอิเวพอเรเตอร์ของช่องอุณหภูมิต่ำ

W_2 คือ ความกว้างของช่องอิเวพอเรเตอร์ของช่องแช่เย็น

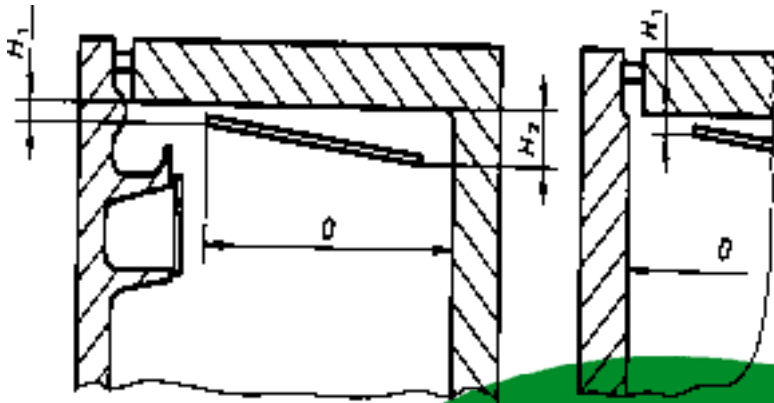
W_3 คือ ความกว้างของถาดรองรับน้ำ

ก) แผ่นกั้นถอดได้



ข) แผ่นกั้นถอดไม่ได้

รูปที่ ก.1 การวัดปริมาตรของช่องอิเวพอเรเตอร์ (ข้อ ก.1.1)



$$V_f = D \times \frac{H_1 + H_2}{2} \times W$$

สำหรับค่า W ดูตัวอย่างที่รูป ก.1 จ)

ค) อีแวพอเรเตอร์แบบแผ่นเอียง

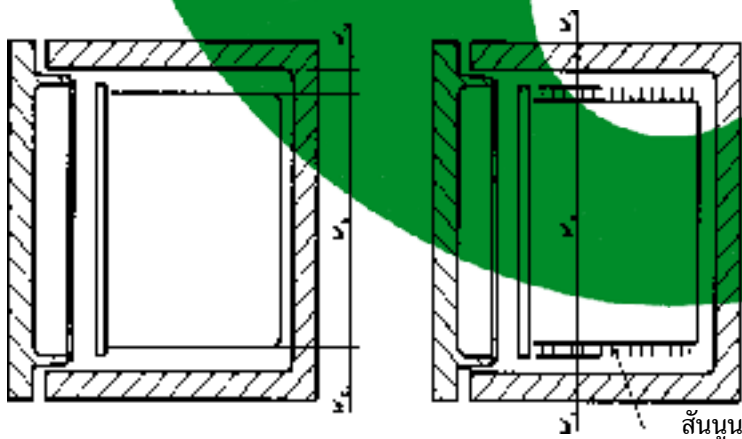


ถ้า $h_1, h_2 \leq 40 \text{ mm}$
 $V_f = D \times H_1 \times W$
 ถ้า $h_1 > 40 \text{ mm}, h_2 \leq 40 \text{ mm}$
 $V_f = D \times (H_2 + h_3) \times W$
 ถ้า $h_2 > 40 \text{ mm}^*, h_1 \leq 40 \text{ mm}$
 $V_f = D \times (H_2 + h_1) \times W$
 ถ้า $h_2 > 40 \text{ mm}^*, h_1 > 40 \text{ mm}$
 $V_f = D \times H_2 \times W$

สำหรับค่า W ดูตัวอย่างรูปที่ ก.1 จ)

* และในคู่มือแนะนำการใช้และการบำรุงรักษา กำหนดไว้ชัดเจนว่าผู้ใช้ต้องเปิดสวิทซ์จัดฝ้าน้ำแข็งเอง

ง) อีแวพอเรเตอร์แบบกล่องพร้อมถาดรองรับน้ำ



ถ้า $W_b < 70 \text{ mm}, W_c < 70 \text{ mm}$
 $W = W_a + W_b + W_c$
 ถ้า $W_b < 70 \text{ mm}, W_c \geq 70 \text{ mm}$
 $W = W_a + W_b$
 ถ้า $W_b \geq 70 \text{ mm}, W_c \geq 70 \text{ mm}$
 $W = W_a$
 ถ้า $W_b \geq 70 \text{ mm}, W_c < 70 \text{ mm}$
 $W = W_a + W_c$

จ) การวัดความกว้าง (ภาพแนวราบ)

รูปที่ ก.1 การวัดปริมาตรของช่องอีแวพอเรเตอร์ (ต่อ)

ก.1.2 ปริมาตรของช่องแช่เย็น (V_r)

- ก.1.2.1 หลังจากทดสอบตามข้อ ก.1.1 แล้ว ให้ถอดชิ้นส่วนของช่องแช่แข็งออก รวมทั้งชั้น หรือที่วางของภายในช่องแช่เย็นที่สามารถถอดด้วยมือเปล่าออก
- ก.1.2.2 เจาะรูสำหรับเติมน้ำเพื่อทดสอบตรงประตูหรือฝาในส่วนที่เว้าเข้ามาภายในประตูหรือฝามากที่สุด โดยที่รูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 70 มิลลิเมตร
หมายเหตุ จำนวนรูสำหรับเติมน้ำ จะมีเท่ากับจำนวนของประตู
- ก.1.2.3 เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 มิลลิเมตร บริเวณประตูหรือที่ผู้ผลิตมีจุดประสงค์เพื่อให้วางของ โดยเจาะตรงส่วนที่เว้าเข้ามาภายในประตูหรือฝา
- ก.1.2.4 ใช้เทปอลูมิเนียมติดบริเวณที่มีรูระบายอากาศ หรือเพื่อจุดประสงค์ต่าง ๆ ของผู้ทำ แล้วใช้ซิลิโคนทาทับเทปอลูมิเนียม
- ก.1.2.5 บริเวณขอบประตูหรือฝา ที่มียางขอบประตูหรือฝา ให้ใช้ซิลิโคนทาทับยางเพื่อกันน้ำเข้าขณะทดสอบ
- ก.1.2.6 รูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 70 มิลลิเมตร ให้ใช้เทปอลูมิเนียมติดรอบ ๆ รู แล้วใช้ซิลิโคนทาทับส่วนรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 มิลลิเมตร ให้ใช้ท่อสอดเข้ามาโดยที่ปลายท่อต้องอยู่ในระนาบเดียวกันกับผิวภายในของประตูหรือฝา แล้วใช้ซิลิโคนทาขอบปลายท่อ เพื่อยึดให้ท่อติดกับประตูหรือฝา หลังจากนั้นทิ้งให้ซิลิโคนแห้ง
- ก.1.2.7 เมื่อซิลิโคนแห้ง ปิดฝาตู้เย็นลง แล้วใช้ดินน้ำมันปิดรอบ ๆ ขอบประตูตู้เย็นกันน้ำซึมออก
- ก.1.2.8 วางตู้เย็นให้ใต้แนวระดับบนแท่นรับน้ำหนักของเครื่องชั่งน้ำหนัก แล้วเปิดให้เครื่องชั่งน้ำหนักทำงาน โดยตั้งให้เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงค่า “0”
- ก.1.2.9 เติมน้ำลงในตู้เย็น จนระดับน้ำเพิ่มขึ้นมาถึงขอบล่างของรู แล้วทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที เพื่อดูว่าน้ำลดลงหรือไม่ ถ้าน้ำไม่ลดลงบันทึกค่าปริมาตรที่อ่านได้จากเครื่องชั่งน้ำหนักลงในแบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ (กรณีน้ำมีการลดลง ให้ตรวจสอบและแก้ไข แล้วทดสอบตามข้อ ก.1.2.9 ใหม่)
- ก.1.2.10 ปริมาตรที่วัดได้ในข้อ ก.1.2.9 คือ ปริมาตรรวม (V_T)
- ก.1.2.11 ปริมาตรของช่องแช่เย็น (V_r) หาได้จากค่าปริมาตรรวม (V_T) ลบด้วยปริมาตรของช่องแช่แข็ง (V_f)

ก.2 ตู้เย็นประเภท 2 ประตู

ให้ทำการวัดปริมาตรของช่องแช่เย็นก่อน แล้วจึงวัดปริมาตรของช่องแช่แข็ง

ก.2.1 ปริมาตรของช่องแช่เย็น (V_r)

- ก.2.1.1 ให้ถอดชั้น หรือที่วางของภายในช่องแช่เย็นที่สามารถถอดด้วยมือเปล่าออก
- ก.2.1.2 ให้ทดสอบตามข้อ ก.1.2.2 ถึงข้อ ก.1.2.9
- ก.2.1.3 ปริมาตรที่วัดได้ในข้อ ก.1.2.9 คือ ปริมาตรของช่องแช่เย็น

ก.2.2 ปริมาตรของช่องแช่แข็ง (V_f)

- ก.2.2.1 ให้ทดสอบตามข้อ ก.1.2.2 ถึงข้อ ก.1.2.9
- ก.2.2.2 ปริมาตรที่วัดได้ในข้อ ก.1.2.9 คือ ปริมาตรของช่องแช่แข็ง

ก.3 ปริมาตรเปรียบเทียบ

การหาค่าปริมาตรเปรียบเทียบ คำนวณได้จากสูตร

$$AV = (V_f \times K) + V_r$$

เมื่อ AV คือ ปริมาตรเปรียบเทียบของตู้เย็น เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

V_f คือ ปริมาตรภายในของช่องแช่แข็ง เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

V_r คือ ปริมาตรภายในของช่องแช่เย็น เป็นลูกบาศก์เดซิเมตร

K คือ ค่าคงที่ คำนวณได้จากสูตร

$$K = \frac{32 - t_f}{32 - t_m}$$

เมื่อ t_f คือ อุณหภูมิของช่องแช่แข็ง เป็นองศาเซลเซียส (จากข้อ ค.6.1.6(2) หรือข้อ ค.6.2.5)

t_m คือ อุณหภูมิของช่องแช่เย็น เป็นองศาเซลเซียส (จากข้อ ค.6.1.6(2) หรือข้อ ค.6.2.4)

สิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ข.

รายละเอียดของผู้ยื่น

(ข้อ 6.1)

- (1) ประเภทผู้ยื่น จำนวน ประตู
- (2) แบบการจัดฝ่าน้ำแข็ง (.....) ด้วยมือ (.....) กึ่งอัตโนมัติ (.....) อัตโนมัติ
- (3) แบบรุ่น.....
- (4) ปริมาตรภายในที่กำหนด.....ลูกบาศก์เดซิเมตร
- (5) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด.....โวลต์
- (6) ความถี่ที่กำหนด.....เฮิรตซ์
- (7) กำลังไฟฟ้าที่กำหนด.....วัตต์
- (8) กระแสไฟฟ้าที่กำหนด.....แอมแปร์
- (9) ชนิดและน้ำหนักของสารทำความเย็น.....กรัม

สิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ก.

วิธีทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน

(ข้อ 6.2.2)

ค.1 ห้องทดสอบ

ค.1.1 อุณหภูมิโดยรอบ

ปรับสภาวะในห้องทดสอบให้มีอุณหภูมิภายนอกโดยรอบตู้เย็นคงที่ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ± 0.5 องศาเซลเซียส

ค.1.2 ความชื้น

ต้องรักษาความชื้นสัมพัทธ์ไว้ที่ร้อยละ $70 \pm$ ร้อยละ 5

ค.2 เครื่องมือ

ค.2.1 หัววัดอุณหภูมิเป็นตัวรับรู้ที่สามารถวัดอุณหภูมิโดยรอบ และวัด t_1 , t_2 และ t_3 ในจุดศูนย์กลางของปลอกทองแดงเคลือบดีบุกหรือปลอกทองเหลืองซึ่งมีมวล 25 กรัม และมีพื้นที่ภายนอกน้อยที่สุด (เส้นผ่านศูนย์กลาง = ความสูง = 15.2 มิลลิเมตรโดยประมาณ) อุณหภูมิที่วัดต้องสามารถบันทึกไว้ได้และเครื่องวัดอุณหภูมิต้องวัดได้ละเอียดถึง ± 0.3 เคลวิน

ค.2.2 เครื่องวัดและบันทึกความชื้นสัมพัทธ์ ณ จุดที่เป็นตัวแทนที่มีความแม่นยำเทียบเท่าเครื่องวัดที่อ่านเป็นจุดน้ำค้างละเอียดถึง ± 0.3 เคลวิน

ค.2.3 มาตรวัดตัว-ชั่วโมง ที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.001 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และมีความแม่นยำ \pm ร้อยละ 1 และในรายงานการทดสอบต้องระบุความแม่นยำของการวัดไว้ด้วย

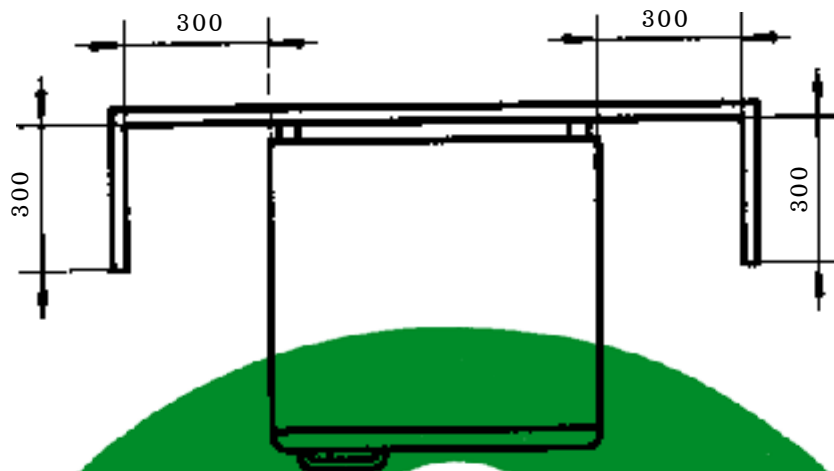
ค.3 การติดตั้งตู้เย็นสำหรับทดสอบ

วางตู้เย็นบนฐานรองที่เป็นแผ่นไม้ทึบ ทาสีดำด้าน พื้นบนของฐานรองต้องอยู่สูงจากพื้นห้อง 300 มิลลิเมตร และมีขนาดกว้างกว่าตู้เย็นโดยรอบอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร เพื่อให้อากาศหมุนเวียนแต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตร ยกเว้นด้านหลังต้องชิดกับแผงกันลมในแนวตั้ง

ติดตั้งแผงกันลมทาสีดำด้านในแนวตั้ง 3 แผงดังแสดงในรูปที่ ค.1 เพื่อจำกัดการหมุนเวียนของอากาศรอบ ๆ ตู้เย็น ให้แผงหนึ่งขนานกับด้านหลังของตู้เย็นโดยชิดกับที่กันชนด้านหลังตู้เย็นหรือห่างจากด้านหลังของตู้เย็นตามที่ผู้ทำกำหนดไว้ในกรณีที่ไม่ได้กำหนด ให้วางแผงห่างจากจุดนอกสุดทางด้านหลังของตู้เป็นระยะ 25 มิลลิเมตร ส่วนอีก 2 แผงกว้าง 300 มิลลิเมตร วางขนานกับด้านข้างของตู้เย็นโดยห่างจากตัวตู้เย็นประมาณ 300 มิลลิเมตร และยึดแน่นกับฐานรอง

แผงกันลมทั้งสามต้องวางติดกันโดยปราศจาก ช่องว่างและสูงพื้นจากด้านบนของตู้เย็นอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร วางตู้เย็นในลักษณะที่ป้องกันการแผ่รังสีความร้อนโดยตรงระหว่างตู้เย็นกับอุปกรณ์ที่ให้ความเย็นหรือความร้อนภายในห้องทดสอบ และต้องวางในที่ซึ่งห่างจากวัตถุอื่น ๆ ภายในห้องทดสอบเป็นระยะไกลพอที่จะเชื่อได้ว่าไม่มีจุดใด ๆ รอบตู้เย็นมีอุณหภูมิผิดไปจากอุณหภูมิโดยรอบ

การหมุนเวียนของอากาศภายในห้องทดสอบ ต้องทำให้อุณหภูมิโดยรอบเป็นไปตามที่กำหนดไว้ภายในขอบเขตเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน และความเร็วของกระแสลมไม่เกิน 0.25 เมตรต่อวินาที



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ ค.1 แผงกันลม
(ข้อ ค.3)

ค.4 การวัดอุณหภูมิของช่องแช่เย็น (t_m)

วัดอุณหภูมิ t_1 t_2 และ t_3 โดยวัดในปลอกทองแดงเคลือบดีบุกหรือปลอกทองเหลืองที่แขวนอยู่ ณ ตำแหน่ง T_1 T_2 และ T_3 ดังแสดงในรูปที่ ค.2 ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างผนังด้านในของตู้เย็นกับผนังด้านในของประตูเมื่อปิดอยู่ แล้วคำนวณหาอุณหภูมิเฉลี่ย t_m สิ่งที่ใช้แขวนปลอกต้องมีภาคตัดขวางและสภาพนำความร้อนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และจัดแขวนในลักษณะที่ไม่รบกวนการหมุนเวียนของอากาศตามปกติ

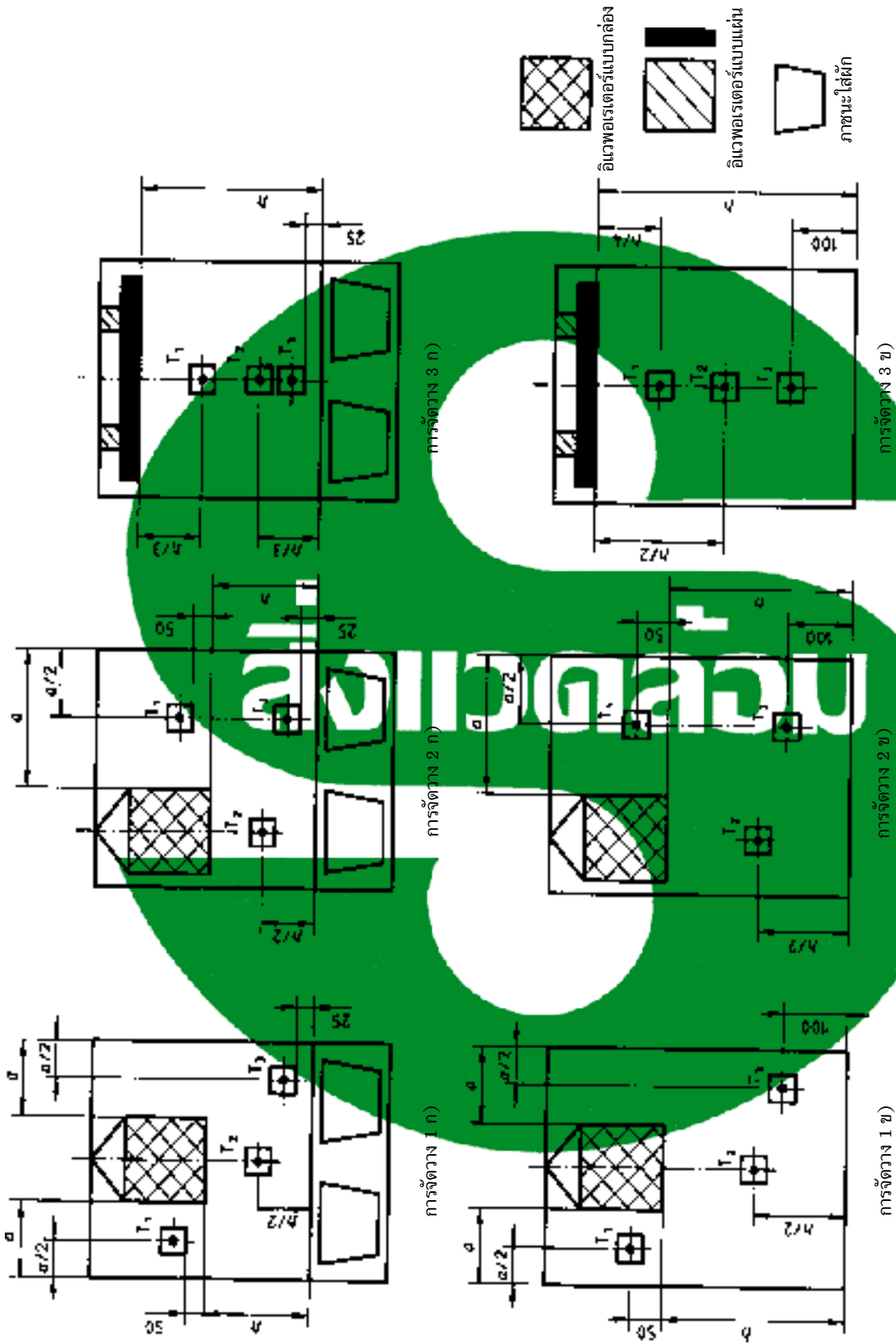
ถ้าอุปกรณ์ประกอบภายในกีดขวางการวัดอุณหภูมิ t_1 t_2 และ t_3 ณ จุดที่กำหนด ให้วัดอุณหภูมิ ณ จุดที่อยู่ห่างจากจุดที่กำหนดไม่เกิน 25 มิลลิเมตร ถ้าการจัดวางอิวาเทอร์ไม่เป็นไปตามที่แสดง ในรูปที่ ค.2 ให้พิจารณาอุณหภูมิ t_1 t_2 และ t_3 ณ ตำแหน่งที่เทียบได้กับที่แสดงในรูปที่ ค.2

ให้บันทึกอุณหภูมิไว้ ปลอกทองแดงเคลือบดีบุกหรือปลอกทองเหลืองต้องแยกห่างจากผิวที่มีการนำความร้อนโดยมีช่องว่างอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร การต่อสายวัดไปยังเครื่องวัดต้องจัดวางในลักษณะที่ไม่กระทบกระเทือนอย่างกันรั่วของช่องแช่เย็น

ค.5 การวัดอุณหภูมิของช่องแช่แข็ง (t_f)

วัดอุณหภูมิในปลอกทองแดงเคลือบดีบุกหรือปลอกทองเหลืองที่ติดตั้งที่จุดระหว่างผนังด้านในของช่องแช่แข็งกับผนังด้านในของประตูของช่องแช่แข็ง ที่ความสูง $1/3$ ของความสูงของช่องแช่แข็งแล้วบันทึกค่าอุณหภูมิ t_f

ถ้าอุปกรณ์ประกอบภายในกีดขวางการวัดอุณหภูมิ t_f ณ จุดที่กำหนด ให้วัดอุณหภูมิ ณ จุดที่อยู่ห่างจากจุดที่กำหนดไม่เกิน 25 มิลลิเมตร ปลอกทองแดงเคลือบดีบุกหรือปลอกทองเหลืองต้องแยกห่างจากผิวที่มีการนำความร้อนโดยมีช่องว่างอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร การต่อสายวัดไปยังเครื่องวัดต้องจัดวางในลักษณะที่ไม่กระทบกระเทือนอย่างกันรั่วของช่องแช่แข็ง



หมายเหตุ 1. สำหรับการติดตั้ง 1 ก) 1 ข) 2 ก) และ 2 ข) : $a \geq 150$ มิลลิเมตร
 2. สำหรับการติดตั้งอื่นให้ดูรูปที่ 4 ก หรือรูปที่ 4 ข

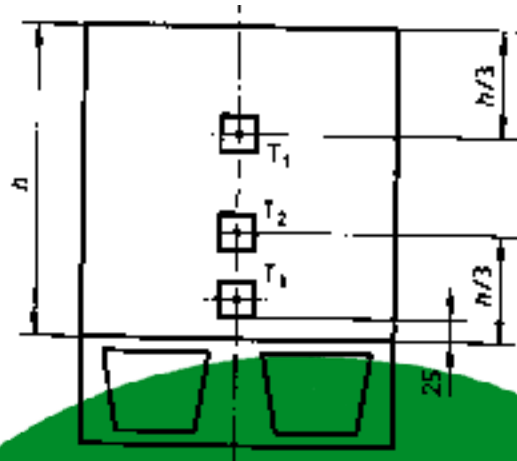
รูปที่ ค.2 ตำแหน่งวัตถุหนุมณีในผู้เขียนที่มีการจัดวางอิเวพอเรเตอร์ต่างๆ กัน
 (ข้อ ค.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

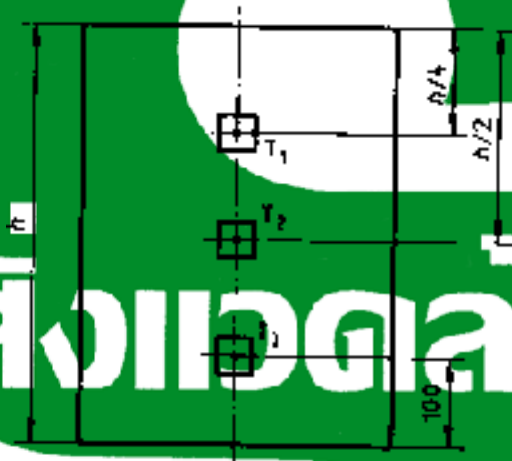
หน่วยเป็นมิลลิเมตร



รูปที่ ค.2 ตำแหน่งวัดคุณสมบัติในผู้เขียนที่มีการจัดวางอิเวพรอเตอร์ต่างๆกัน (ต่อ)



การจัดวาง 8ก)



การจัดวาง 8ข)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ ค.2 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิในตู้เย็นที่มีการจัดวางฮีวโพเรเตอร์ต่างๆ กัน (ต่อ)

ค.6 วิธีทดสอบ

ค.6.1 ตู้เย็น 1 ประตู

- ค.6.1.1 ให้ทดสอบตู้เย็นโดยไม่มีสิ่งทดสอบบรรจุภายในตู้เย็น (no load)
- ค.6.1.2 ให้ทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ปรับตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิ (thermostat) ให้อุณหภูมิของช่องแช่เย็น (t_m) อยู่ในตำแหน่งที่ให้อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่กำหนด (5 องศาเซลเซียส) เป็น ($5 < t_{m1} \leq 6$) องศาเซลเซียส และครั้งที่ 2 อยู่ในตำแหน่งที่ให้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนดเป็น ($4 \leq t_{m2} < 5$) องศาเซลเซียส โดยมี t_1 t_2 และ t_3 อยู่ระหว่าง 0 องศาเซลเซียส กับ 10 องศาเซลเซียส
- ค.6.1.3 สำหรับตู้เย็นที่ทำงานเป็นรอบ และไม่มีระบบการฉีดน้ำแข็งอัตโนมัติหลังจากถึงสภาวะการทำงานที่เสถียรแล้ว ช่วงเวลาที่ทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต้องประกอบด้วยจำนวนรอบควบคุมเป็นจำนวนเต็ม โดยช่วงเวลาที่ใช้ทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
- ค.6.1.4 วัดอุณหภูมิของช่องแช่เย็น ตามข้อ ค.4
- ค.6.1.5 วัดอุณหภูมิของช่องแช่แข็ง ตามข้อ ค.5
- ค.6.1.6 การรายงานผล

(1) หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (ที่ $t_m = 5$ องศาเซลเซียส) โดยนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ในช่วงเวลาที่ทดสอบทั้ง 2 ครั้ง คำนวณจากสูตร

$$E_c = E_{c1} + \left[(E_{c2} - E_{c1}) \times \left(\frac{t_m - t_{m1}}{t_{m2} - t_{m1}} \right) \right]$$

เมื่อ E_c คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (ที่ $t_m = 5$ องศาเซลเซียส) เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อช่วงเวลาที่ทดสอบ ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

E_{c1} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

E_{c2} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

t_m คือ อุณหภูมิของช่องแช่เย็นที่กำหนด คือ 5 องศาเซลเซียส

t_{m1} คือ อุณหภูมิของช่องแช่เย็นที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 1

t_{m2} คือ อุณหภูมิของช่องแช่เย็นที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 2

(2) หาค่าอุณหภูมิของช่องแช่แข็ง (ที่ $t_m = 5$ องศาเซลเซียส) โดยนำค่าอุณหภูมิของช่องแช่แข็งที่วัดได้จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้งมาคำนวณจากสูตร

$$t_f = t_{f1} + \left[(t_{f2} - t_{f1}) \times \left(\frac{t_m - t_{m1}}{t_{m2} - t_{m1}} \right) \right]$$

เมื่อ t_f คือ อุณหภูมิของช่องแช่แข็ง (ที่ $t_m = 5$ องศาเซลเซียส) เป็นองศาเซลเซียส

t_{f1} คือ อุณหภูมิของช่องแช่แข็งที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 1

t_{f2} คือ อุณหภูมิของช่องแช่แข็งที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 2

t_m คือ อุณหภูมิของช่องแช่เย็นที่กำหนดคือ 5 องศาเซลเซียส

t_{m1} คือ อุณหภูมิของช่องแช่เย็นที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 1

t_{m2} คือ อุณหภูมิของช่องแช่เย็นที่วัดได้จากการทดสอบครั้งที่ 2

- (3) พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี ให้คำนวณจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (ที่ $t_m = 5$ องศาเซลเซียส) แสดงค่าเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ค.6.2 ตู้เย็น 2 ประตู

ค.6.2.1 ให้ทดสอบตู้เย็นโดยไม่มีสิ่งทดสอบบรรจุภายในตู้เย็น

ค.6.2.2 ปรับตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในตำแหน่งที่ให้อุณหภูมิ $t_m = 5 \pm 1$ องศาเซลเซียส โดยมี t_1 t_2 และ t_3 อยู่ในช่วง 0 องศาเซลเซียส ถึง + 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของช่องแช่แข็ง (t_f) ต้องไม่สูงกว่า -15 องศาเซลเซียส

ค.6.2.3 วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ทศนิยม 3 ตำแหน่ง โดยช่วงเวลาที่ใช้ทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากถึงสภาวะการทำงานที่เสถียรแล้ว

(1) สำหรับตู้เย็นที่ทำงานเป็นรอบและไม่มีการขจัดน้ำแข็งอัตโนมัติ ช่วงเวลาทดสอบต้องประกอบด้วย จำนวนรอบควบคุมเป็นจำนวนเต็ม

(2) สำหรับตู้เย็นที่มีการขจัดน้ำแข็งอัตโนมัติ ช่วงเวลาทดสอบต้องเป็นดังนี้

(2.1) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และมีรอบการขจัดน้ำแข็งเป็นจำนวนเต็ม

(2.2) ถ้าการขจัดน้ำแข็งเริ่มรอบแรก แต่ไม่ครบรอบภายในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ให้ดำเนินการทดสอบต่อไปจนสิ้นสุดการขจัดน้ำแข็งรอบนั้น

(2.3) ถ้าไม่เกิดรอบการขจัดน้ำแข็งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ให้ขยายช่วงเวลาทดสอบเป็น 48 ชั่วโมง และดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ ค.6.2.3(2.1) และข้อ ค.6.2.3(2.2)

(2.4) ถ้าไม่เกิดรอบการขจัดน้ำแข็งในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ไม่ต้องนำเอาการขจัดน้ำแข็งมาเกี่ยวข้องกับทดสอบ

ค.6.2.4 วัดอุณหภูมิของช่องแช่เย็นตามข้อ ค.4

ค.6.2.5 วัดอุณหภูมิของช่องแช่แข็งตามข้อ ค.5

ค.6.2.6 การรายงานผล

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี ให้คำนวณจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดสอบ แสดงค่าเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ทศนิยม 2 ตำแหน่ง