

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๐๐๓ (พ.ศ. ๒๕๖๐)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว - กรด สำหรับรถยนต์

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่ใช้สตาร์ท ชนิดตะกั่ว - กรด

เล่ม ๑ คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและวิธีทดสอบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว - กรด สำหรับรถยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 6 - 2524

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๕๓๕ (พ.ศ. ๒๕๒๔) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่น้ำ ชนิดตะกั่ว - กรด และ กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว - กรด สำหรับรถยนต์ ลงวันที่ ๑๑ สิงหาคม ๒๕๒๔ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ใช้สตาร์ท ชนิดตะกั่ว - กรด เล่ม ๑ คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและวิธีทดสอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 6 เล่ม 1-2559 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๐

อุตตม สาวนายน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่ใช้สตาร์ท ชนิดตะกั่ว-กรด

เล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและวิธีทดสอบ

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมถึงแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุ 12 V ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานเบื้องต้นสำหรับเริ่มเดินเครื่องยนต์สันดาปภายใน การให้แสงสว่าง และเป็นบริภัณฑ์ช่วย (auxiliary equipment) สำหรับยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน แบตเตอรี่นี้เรียกกันทั่วไปว่า แบตเตอรี่ใช้สตาร์ท (starter battery)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงแบตเตอรี่ที่มีจุดประสงค์การใช้อย่างอื่น เช่น การสตาร์ทเครื่องยนต์ของรถวิ่งบนรางที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด

- คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป
- คุณลักษณะหน้าที่จำเป็น วิธีทดสอบที่เกี่ยวข้องและผลที่ต้องการ

แบตเตอรี่ใช้สตาร์ท แบ่งเป็น

- ตามการใช้งานทั่วไป
- ตามชนิดผลิตภัณฑ์

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เอกสารอ้างอิงที่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์ ส่วนเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ระบุปีที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับปีล่าสุด

IEC 60050-482, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 482: Primary and secondary cells and batteries*

มอก.6 เล่ม 2 แบตเตอรี่ใช้สตาร์ท ชนิดตะกั่ว-กรด เล่ม 2 มิติของแบตเตอรี่ มิติของขั้วและการทำเครื่องหมายของขั้ว

มอก.6 เล่ม 4 แบตเตอรี่ใช้สตาร์ท ชนิดตะกั่ว-กรด เล่ม 4 มิติของแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่

3. บทนิยาม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้บทนิยามของ IEC 60050-482

4. การจำแนกประเภทและการระบุชนิดของแบตเตอรี่ใช้สตาร์ท - ความหนาแน่นของอิเล็กโทรไลต์และแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (open circuit voltage: OCV)

4.1 การจำแนกประเภทแบตเตอรี่ตามการใช้งาน แบ่งเป็น 3 คลาสดังนี้

- คลาส A คือ แบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับการสตาร์ทซึ่งมีความสามารถรอบการสตาร์ทและความต้านทานทางกลปกติ
- คลาส B คือ แบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับการสตาร์ทซึ่งต้องการความสามารถรอบการสตาร์ทและ/หรือความต้านทานทางกลสูง
- คลาส C คือ แบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับการสตาร์ทและใช้งานที่อุณหภูมิสูง

4.2 การระบุชนิดแบตเตอรี่ตามชนิดผลิตภัณฑ์ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ (vented/flooded battery) คือแบตเตอรี่ทุติยภูมิที่มีฝาปิดแบบมีช่องระบาย 1 ช่องหรือมากกว่าเพื่อระบายก๊าซที่เกิดขึ้นภายในแบตเตอรี่
- แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม (valve-regulated (with gas recombination) battery) คือแบตเตอรี่ทุติยภูมิที่ปิดครอบในภาวะปกติและปล่อยให้ก๊าซระบายออกได้หากความดันภายในเกินกว่าค่าที่กำหนด แบตเตอรี่ชนิดนี้ปกติเติมน้ำกลั่นหรืออิเล็กโทรไลต์ไม่ได้ เนื่องจากอิเล็กโทรไลต์ยังคงอยู่ภายใน

4.3 ความหนาแน่นของอิเล็กโทรไลต์และ OCV

ความหนาแน่นของอิเล็กโทรไลต์ในแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซซึ่งประจุไฟฟ้าเต็มต้องอยู่ในช่วง 1.27 kg/L ถึง 1.30 kg/L ที่ 25 °C เว้นแต่ผู้ทำจะระบุเป็นอย่างอื่น

หมายเหตุ สำหรับแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุมนำอิเล็กโทรไลต์มาตรวจสอบความหนาแน่นไม่ได้

OCV ที่ 25 °C ของแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็มหลังจากวางไว้ในลักษณะวงจรเปิดอย่างน้อย 24 h ต้องอยู่ในช่วง 12.70 V ถึง 12.90 V สำหรับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ และแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 12.80 V ขึ้นไป สำหรับแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม เว้นแต่ผู้ทำจะระบุเป็นอย่างอื่น

ผู้ทำต้องกำหนดค่าความหนาแน่นอิเล็กโทรไลต์หรือ OCV และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ หากไม่มีข้อมูลดังกล่าวการทดสอบแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซต้องได้ค่าความหนาแน่นของอิเล็กโทรไลต์ $1.28 \text{ kg/L} \pm 0.01 \text{ kg/L}$ ที่ 25 °C หรือ OCV $12.76 \text{ V} \pm 0.06 \text{ V}$ ที่ 25 °C และการทดสอบแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุมต้องได้ค่า OCV ตั้งแต่ 12.80 V ขึ้นไป

5. สภาพการส่งมอบ

แบตเตอรี่ลูกใหม่ ชนิดระบายก๊าซอาจส่งมอบในสถานะอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

- ในสถานะที่พร้อมใช้งานหรือ
- ในสถานะแบตเตอรี่แห่งที่ประจุไฟฟ้าแล้วโดยไม่ได้เติมอิเล็กโทรไลต์ และก่อนนำแบตเตอรี่ไปใช้งานต้องเติมอิเล็กโทรไลต์ที่ความหนาแน่น $1.28 \text{ kg/L} \pm 0.01 \text{ kg/L}$ ที่ 25°C (หากผู้ทำไม่ได้แนะนำเป็นอย่างอื่น)

ส่วนแบตเตอรี่ชนิดคว่ำควมคุมโดยปกติจะส่งมอบในสถานะที่พร้อมใช้งานอยู่แล้ว

6. คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป

6.1 การระบุและฉลาก

แบตเตอรี่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ต้องระบุคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้อย่างน้อยที่ด้านบนหรือด้านข้างด้านใดด้านหนึ่ง ดังนี้

6.1.1 ระบุชื่อผู้ทำหรือผู้จำหน่าย

6.1.2 คลาสของแบตเตอรี่

A B หรือ C (ดูข้อ 4.1)

หมายเหตุ บางประเทศระบุคลาสโดยใช้ระบบหมายเลขหรือรุ่นแบตเตอรี่ จึงไม่จำเป็นต้องระบุคลาสบนฉลาก

6.1.3 แรงดันไฟฟ้าระบุ 12 V

6.1.4 ความจุไฟฟ้า (ดูข้อ 7.1.2)

- ความจุไฟฟ้าระบุที่ 20 h ที่ระบุ C_{20} หน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง
- หรือความจุไฟฟ้าสำรองระบุ C_{10} คาบเวลา หน่วยเป็นนาที

หมายเหตุ บางประเทศระบุความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ถูกกำหนดด้วยระบบหมายเลขหรือรุ่นแบตเตอรี่ ในกรณีเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องระบุความจุไฟฟ้าบนฉลาก

6.1.5 กระแสไฟฟ้าแรงกิงระบุ (nominal cranking current) I_{cc} หน่วยเป็นแอมแปร์ (ดูข้อ 7.1.1)

6.1.6 ฉลากความปลอดภัย

แบตเตอรี่ต้องทำสัญลักษณ์ 6 สีตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 ของภาคผนวก ข. เพื่อให้เป็นไปตามกฎระเบียบของบางประเทศสามารถให้ใช้ถ้อยคำเพิ่มเติมหรือฉลากพิเศษแทนได้ (ตัวอย่างเช่น ฉลากความปลอดภัยสำหรับใช้ในพื้นที่ในอเมริกาเหนือที่แสดงในข้อ ข.2)

6.1.7 แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม

แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุมต้องมีการระบุเป็นพิเศษว่าห้ามเปิดแบตเตอรี่

6.2 เครื่องหมายของขั้ว

ขั้วแบตเตอรี่ต้องระบุคุณลักษณะที่ต้องการตาม มอก.6 เล่ม 2 หรือ มอก.6 เล่ม 4

6.3 การระบุการสูญเสีย

แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซอาจระบุให้เป็น “สูญเสียต่ำ” หรือ “สูญเสียต่ำมาก” ตาม มอก.6 เล่ม 1 ข้อ 9.5 และข้อ 9.7 ถ้าไม่เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการดังกล่าว ให้ระบุว่าเป็น “ปกติ”

การระบุเพิ่มเติมนี้ต้องอยู่บนฉลากของแบตเตอรี่หรือในแค็ตตาล็อกอย่างใดอย่างหนึ่ง

หมายเหตุ แบตเตอรี่ใช้สแตร์ตอาจใช้งานที่ภาวะต่าง ๆ เช่น ที่อุณหภูมิสูง แรงดันไฟฟ้าประจุไฟฟ้าเกิน ฯลฯ ซึ่งภาวะเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อการสูญเสียจากอิเล็กโทรไลต์โดยไม่ขึ้นกับสมบัติภายในของแบตเตอรี่ ดังนั้นคำว่า “สูญเสียต่ำ” หรือ “สูญเสียต่ำมาก” ในความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ จะสอดคล้องตามข้อ 9.7 ซึ่งไม่ครอบคลุมถึงช่วงภาวะการใช้งานจริงที่สมบูรณ์

6.4 การยึดติดแบตเตอรี่

การยึดแบตเตอรี่กับยานพาหนะด้วยส่วนใดส่วนหนึ่งของแบตเตอรี่ (เช่น ขอบยึดด้านล่าง) ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการตาม มอก.6 เล่ม 2 หรือ มอก.6 เล่ม 4

7. คุณลักษณะเฉพาะการทำงาน

7.1 คุณลักษณะเฉพาะทางไฟฟ้า

7.1.1 สมรรถนะแครงกิง (*cranking performance*) คือ กระแสไฟฟ้าปล่อยประจุ I_{cc} ที่ระบุโดยผู้ทำให้เป็นไปตามข้อ 9.3

7.1.2 ความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ใช้สแตร์ต นิยามไว้ที่อุณหภูมิ $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

ผู้ทำอาจกำหนดอย่างใดอย่างหนึ่ง

- ความจุไฟฟ้าระบุที่ 20 h ที่ระบุ (nominal 20 hour capacity) C_n หรือ
- ความจุไฟฟ้าสำรองระบุ (nominal reserve capacity) $C_{r,n}$

ความจุไฟฟ้าระบุที่ 20 h ที่ระบุ C_n คือ ประจุไฟฟ้าหน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง ที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตั้งสมการ

$$I_n = \frac{C_n}{20} \text{ (A)}$$

จนกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว (U_f) ลดลงจน $U_f = 10.50$ V

ความจุไฟฟ้าประสิทธิภาพที่ 20 h (effective 20 hour capacity) C_e ต้องหาโดยการปล่อยประจุไฟฟ้า แบตเตอรี่ด้วยกระแสไฟฟ้าคงตัว I_n จน $U_f = 10.50$ V (ดูข้อ 9.1) ใช้ผลของช่วงเวลาการปล่อยประจุไฟฟ้า ในหน่วยชั่วโมงสำหรับการพิสูจน์ยืนยันค่า C_n

ความจุไฟฟ้าสำรองระบุ (nominal reserve capacity) $C_{r,n}$ คือ คาบเวลา เป็น นาที ซึ่งแบตเตอรี่สามารถคง ค่ากระแสไฟฟ้าปล่อยประจุ 25 A จนกระทั่ง $U_f = 10.50$ V

ความจุไฟฟ้าสำรองประสิทธิภาพ (effective reserve capacity) $C_{r,c}$ ต้องหาโดยการปล่อยประจุไฟฟ้า แบตเตอรี่ด้วยกระแสไฟฟ้าคงตัว $I = 25$ A จน $U_f = 10.50$ V (ดูข้อ 9.2) ใช้ผลของช่วงเวลาการปล่อยประจุไฟฟ้า ในหน่วยนาทีสำหรับการพิสูจน์ยืนยันค่า $C_{r,n}$

หมายเหตุ ความสัมพันธ์ของ C_n และ $C_{r,n}$ ให้ดูภาคผนวก ก.

- 7.1.3 การยอมรับประจุไฟฟ้า (charge acceptance) แสดงเป็นกระแสไฟฟ้า I_{ca} ซึ่งแบตเตอรี่ที่ปล่อยประจุ ไฟฟ้าบางส่วนแล้วนำมารับประจุไฟฟ้าที่ภาวะ 0°C และแรงดันไฟฟ้าคงตัว 14.40 V
- 7.1.4 การคงสภาพประจุไฟฟ้า (charge retention) นิยามเป็นสมรรถนะ โคลดเครงกิง (cold cranking performance) ของแบตเตอรี่ที่ประจุไฟฟ้าเต็ม หลังจากเก็บแบตเตอรี่ในลักษณะวงจรเปิดในภาวะของ อุณหภูมิและเวลา (ดูข้อ 9.5)
- 7.1.5 การทดสอบความคงทน (endurance test) ประกอบด้วย 2 ส่วน
- 7.1.5.1 การทดสอบการกัดกร่อน (corrosion test) แสดงถึงความสามารถของแบตเตอรี่ในการดำเนินการ ทดสอบซ้ำไปมาของรอบการประจุไฟฟ้าเกิน/การเก็บรักษา (ดูข้อ 9.6)
- 7.1.5.2 การทดสอบตามวัฏจักร (cycling test) แสดงถึงความสามารถรอบการสตาร์ทของแบตเตอรี่ในวัฏ จักรการทดสอบซ้ำไปมาของการปล่อยประจุไฟฟ้า/การประจุไฟฟ้าใหม่และคาบพักยาวขณะวงจร เปิด โดยต้องทดสอบด้วยอนุกรมของวัฏจักรและคาบพักในภาวะที่กำหนดหลังจากทดสอบ โคลดเครงกิงหรือทดสอบสมรรถนะประจุไฟฟ้า (ดูข้อ 9.6)
- 7.1.6 การสิ้นเปลืองน้ำ (water consumption)
แบตเตอรี่ที่ไม่ต้องการการบำรุงรักษาต้องมีอัตราการสูญเสียน้ำต่ำเมื่อทำการประจุไฟฟ้าเกิน (ดูข้อ 9.7)
แบตเตอรี่ชนิดควาล์วควบคุมมีการสิ้นเปลืองน้ำที่ต่ำมากและไม่จำเป็นต้องเติมน้ำเพิ่ม
- 7.1.7 แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าแห้ง หรือแบตเตอรี่เก็บประจุไฟฟ้า (dry charged battery or conserved charge battery)

แบตเตอรี่ลูกใหม่อาจระบุให้เป็นประจุไฟฟ้าแห้ง (หรือเก็บประจุไฟฟ้า) ถ้าแบตเตอรี่นั้นพร้อมใช้งาน ด้วยการเติมด้วยอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมและเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการตามข้อ 9.10

7.2 คุณลักษณะเฉพาะทางกล

7.2.1 ความคงทนต่อการสั่น (*vibration resistance*) แสดงให้เห็นถึงความสามารถของแบตเตอรี่ที่จะคงการใช้งานตามคาบเวลาหรือแรงเร่งไม่ปกติ คุณลักษณะที่ต้องการอย่างน้อยต้องได้รับการยืนยันโดยการทดสอบ (ดูข้อ 9.8)

7.2.2 การคงสภาพอิเล็กโทรไลต์ (*electrolyte retention*) คือความสามารถของแบตเตอรี่ที่จะเก็บรักษายอิเล็กโทรไลต์ไว้ตามภาวะทางฟิสิกส์ที่กำหนด (ดูข้อ 9.9)

8. ภาวะการทดสอบทั่วไป

8.1 การสุ่มตัวอย่างแบตเตอรี่

การทดสอบทั้งหมดต้องดำเนินการกับตัวอย่างแบตเตอรี่ลูกใหม่ ตัวอย่างที่พิจารณาว่าเป็น “แบตเตอรี่ลูกใหม่” ได้แก่

- กรณีแบตเตอรี่เติมอิเล็กโทรไลต์แล้วผู้ทำต้องจัดส่งภายใน 30 วัน
- กรณีแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าแห้งหรือแบตเตอรี่เก็บประจุไฟฟ้า ผู้ทำต้องจัดส่งภายใน 60 วัน

8.2 การเตรียมแบตเตอรี่ก่อนทดสอบ - บทนิยามของแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็ม

การทดสอบทั้งหมดยกเว้นในข้อ 9.10 ต้องเริ่มด้วยแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็ม

แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซพิจารณาได้ว่ามีประจุไฟฟ้าเต็มหากแบตเตอรี่ผ่านขั้นตอนการประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.1 หรือข้อ 8.2.2 ซึ่งดำเนินการที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ หากจำเป็นให้ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น นำอ่างน้ำมาใช้

แบตเตอรี่ชนิดควาล์วควบคุมพิจารณาได้ว่ามีประจุไฟฟ้าเต็มหากแบตเตอรี่ผ่านขั้นตอนการประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.3 หรือข้อ 8.2.4 ซึ่งดำเนินการที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ หากจำเป็นให้ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น นำอ่างน้ำมาใช้

8.2.1 การประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซที่กระแสไฟฟ้าคงตัว

แบตเตอรี่ต้องประจุไฟฟ้า

- ที่กระแสไฟฟ้าคงตัว $2I_n$ (ดูข้อ 7.1.2) จนกว่าแรงดันไฟฟ้ามีความคงตัวซึ่งแสดงให้เห็นเมื่อผลของการวัดค่าของแรงดันไฟฟ้าหรือความหนาแน่นจำเพาะที่ปรับค่าตามอุณหภูมิแบตเตอรี่ห่างกัน 15 min มีค่าคงตัวติดต่อกัน 3 ครั้ง

8.2.2 การประจุไฟฟ้าแบบเตอรีชนิดระบายก๊าซที่แรงดันไฟฟ้าคงตัวและกระแสไฟฟ้าคงตัว (วิธีการ 2
ขั้นตอน)

แบบเตอรีต้องประจุไฟฟ้า

- ที่แรงดันไฟฟ้าคงตัว U หน่วยเป็น โวลต์ เป็นเวลา 20 h ด้วยกระแสไฟฟ้าจำกัดสูงสุดที่ $5I_n$ (ดูข้อ 7.1.2)

โดยที่ U สัมพันธ์กับระดับการสูญเสียของแบบเตอรี (สำหรับการทดสอบตามวัฏจักร)

การสูญเสียน้ำปกติ $U = 14.80 \text{ V} \pm 0.10 \text{ V}$

การสูญเสียน้ำต่ำ $U = 15.20 \text{ V} \pm 0.10 \text{ V}$

การสูญเสียน้ำต่ำมาก $U = 16.00 \text{ V} \pm 0.10 \text{ V}$

- จากนั้นประจุไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าคงตัว I_n เป็นเวลา 4 h

ในกรณีของการประจุไฟฟ้าใหม่หลังจากการทดสอบสำหรับสมรรถนะแรงกิง (ตามข้อ 9.3) เวลาการประจุไฟฟ้าที่แรงดันคงตัวอาจถูกจำกัดที่ 10 h

หมายเหตุ หากไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตแบบเตอรีหรือข้อกำหนดจากผู้ทำ แนะนำให้ใช้การประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.2 ที่ $U = 14.8 \text{ V}$

8.2.3 การประจุไฟฟ้าของแบบเตอรีชนิดควาล์วควบคุมที่กระแสไฟฟ้าคงตัว (วิธีการ 2 ขั้นตอน)

แบบเตอรีต้องประจุไฟฟ้า

- ที่กระแสไฟฟ้าคงตัว $2I_n$ (ดูข้อ 7.1.2) จนกว่าแรงดันไฟฟ้าถึง 14.40 V
- จากนั้นประจุไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าคงตัว I_n เป็นเวลา 4 h

8.2.4 การประจุไฟฟ้าของแบบเตอรีชนิดควาล์วควบคุมที่แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าคงตัว (วิธีการ 2
ขั้นตอน)

แบบเตอรีต้องประจุไฟฟ้า

- ที่แรงดันไฟฟ้าคงตัว $14.40 \text{ V} \pm 0.10 \text{ V}$ เป็นเวลา 20 h ด้วยกระแสไฟฟ้าจำกัดสูงสุดที่ $5I_n$ (ดูข้อ 7.1.2)
- จากนั้นประจุไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าคงตัว $0.5I_n$ เป็นเวลา 4 h

หมายเหตุ หากไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตแบบเตอรีหรือข้อกำหนดจากผู้ทำ แนะนำให้ใช้การประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.4

8.3 การกระตุ้นแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าแห้งหรือแบตเตอรี่เก็บประจุไฟฟ้า

แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าแห้งต้องเติมอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสม (ตามข้อ 4.3) ถึงระดับสูงสุดที่กำหนดโดยเครื่องหมายภายนอกหรือภายในของแบตเตอรี่หรือตามคำแนะนำของผู้ทำ

8.4 เครื่องมือวัด

8.4.1 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

พิสัยของเครื่องมือวัดที่ใช้ต้องเหมาะสมกับขนาดของแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าที่จะวัด

- การวัดแรงดันไฟฟ้า

เครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าต้องเป็นโวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัลที่มีความแม่นยำ ± 0.04 V หรือดีกว่า

- การวัดกระแสไฟฟ้า

เครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าต้องเป็นแอมมิเตอร์แบบดิจิทัลที่มีความแม่นยำ 1.0 % หรือดีกว่า ชุดประกอบของแอมมิเตอร์ที่มีตัวต้านทานต่อขนานและสายวัด ต้องมีความแม่นยำโดยรวม 1.0 % หรือดีกว่า

8.4.2 การวัดอุณหภูมิ

เทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิต้องมีพิสัยที่เหมาะสมและค่าของส่วนแบ่งสเกลต้องไม่เกินกว่า 1 K ความแม่นยำของการสอบเทียบของเครื่องมือวัดต้องไม่น้อยกว่า 0.5 K

8.4.3 การวัดความหนาแน่น

ความหนาแน่นของอิเล็กโทรไลต์ต้องวัดโดยไฮดรอมิเตอร์ที่มีสเกลหรือการแสดงผลแบบดิจิทัลซึ่งสามารถบอกความละเอียดได้ถึง 0.005 kg/L

8.4.4 การวัดเวลา

เครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดเวลาต้องสามารถแสดงหน่วยเป็นชั่วโมง นาที หรือวินาที ต้องมีความแม่นยำ ± 0.1 % ในทุกกรณียกเว้นการทดสอบสมรรถนะเครื่องซึ่งเวลาที่วัดเป็นวินาทีต้องมีความแม่นยำ ± 1.0 %

8.5 ลำดับการทดสอบ

8.5.1 แบตเตอรี่เติมอิเล็กโทรไลต์และประจุไฟฟ้าแล้ว

(ก) ขั้นตอนให้ทดสอบแบตเตอรี่ตามลำดับดังนี้

- ตรวจสอบ C_e หรือ $C_{r,e}$ ครั้งที่ 1
- ทดสอบสมรรถนะแรงกิงครั้งที่ 1
- ตรวจสอบ C_e หรือ $C_{r,e}$ ครั้งที่ 2
- ทดสอบสมรรถนะแรงกิงครั้งที่ 2
- ตรวจสอบ C_e หรือ $C_{r,e}$ ครั้งที่ 3
- ทดสอบสมรรถนะแรงกิงครั้งที่ 3

(ข) การทดสอบตามตารางที่ 1 ต้องดำเนินการเฉพาะกรณีที่เป็นไปตามการทดสอบข้อ 8.5.1 (ก) และไม่เกิน 1 สัปดาห์หลังเสร็จสิ้นการทดสอบตามข้อ 8.5.1 (ก)

ตารางที่ 1 การทดสอบ/แบตเตอรี่

(ข้อ 8.5.1 (ข) และ ข้อ 8.5.2 (ข))

การทดสอบ		แบตเตอรี่					
		1	2	3	4	5	6
ความจุไฟฟ้าระบุที่ 20 h ครั้งที่ 1	ความจุไฟฟ้าสำรอง ครั้งที่ 1	×	×	×			
					×	×	×
สมรรถนะแรงกิงครั้งที่ 1		×	×	×	×	×	×
ความจุไฟฟ้าระบุที่ 20 h ครั้งที่ 2	ความจุไฟฟ้าสำรอง ครั้งที่ 2	×	×	×			
					×	×	×
สมรรถนะแรงกิงครั้งที่ 2		×	×	×	×	×	×
ความจุไฟฟ้าระบุที่ 20 h ครั้งที่ 3	ความจุไฟฟ้าสำรอง ครั้งที่ 3	×	×	×			
					×	×	×
การทดสอบความคงทน (ข้อ 9.6)	การทดสอบการกัดกร่อน การทดสอบตามวัฏจักร	×					
			×				
การคงสภาพประจุไฟฟ้า (ข้อ 9.5)					×		
การยอมรับประจุไฟฟ้า (ข้อ 9.4)				×			
การคงสภาพอิเล็กทรอนิกส์ (ข้อ 9.9)					×		
ความต้านการสั้น (ข้อ 9.8)						×	
การสั้นเปลืองน้ำ (ข้อ 9.7)							×
หมายเหตุ การทดสอบการสั้นเปลืองน้ำควรใช้กับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซแบบ “สูญเสียน้ำต่ำ” หรือ “สูญเสีย น้ำต่ำมาก” เท่านั้น ตามข้อ 6.3							

8.5.2 แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าแห้งหรือแบตเตอรี่เก็บประจุไฟฟ้า

(ก) เบื้องต้นให้ดำเนินการดังนี้

- ทดสอบสมรรถนะแรงกิงเริ่มแรกหลังจากเติมอิเล็กโทรไลต์ (ดูข้อ 9.10)

(ข) การทดสอบตามตารางที่ 1 ต้องดำเนินการเฉพาะกรณี que แบตเตอรี่เป็นไปตามการทดสอบข้อ 8.5.2 (ก) และไม่เกิน 1 สัปดาห์หลังเสร็จสิ้นการทดสอบตามข้อ 8.5.2 (ก)

9. วิธีการทดสอบ

9.1 การตรวจสอบความจุไฟฟ้าประสิทธิผลที่ 20 h C_c (20 hour capacity check)

9.1.1 ตลอดระยะเวลาของการทดสอบต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm

9.1.2 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าด้วยกระแสไฟฟ้า I_n (คำนวณตามข้อ 7.1.2) ที่ค่าคงตัว $\pm 2\%$ ของค่าระบุจนกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วตกลงถึง $10.50\text{ V} \pm 0.05\text{ V}$ ต้องบันทึกระยะเวลา t หน่วยเป็นชั่วโมง ของการปล่อยประจุไฟฟ้า การทดสอบการปล่อยประจุไฟฟ้าต้องกระทำระหว่าง 1 h ถึง 5 h หลังจากการประจุไฟฟ้าเสร็จสิ้นตามข้อ 8.2

อุณหภูมิแบตเตอรี่ในเซลล์ใดเซลล์หนึ่งตรงกลางต้องวัดค่าได้ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ก่อนเริ่มการปล่อยประจุไฟฟ้า

9.1.3 ความจุไฟฟ้า C_c เป็นดังนี้

$$C_c = t \times I_n \quad \text{หน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง}$$

หากอุณหภูมิสุดท้ายแบตเตอรี่แตกต่างจาก $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต้องใช้สูตรการแก้ไขอุณหภูมิดังนี้

$$C_{c25^{\circ}\text{C}} = C_{cT}[1-0.01(T-25)]$$

9.2 การตรวจสอบความจุไฟฟ้าสำรองประสิทธิผล $C_{r,c}$ (reserve capacity check)

9.2.1 ตลอดระยะเวลาของการทดสอบต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm

9.2.2 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าด้วยกระแสไฟฟ้า $25 \text{ A} \pm 1 \%$ จนกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วตกลงถึง $10.50 \text{ V} \pm 0.05 \text{ V}$ ต้องบันทึกระยะเวลา t หน่วยเป็นนาฬิกา ของการปล่อยประจุไฟฟ้า การทดสอบการปล่อยประจุไฟฟ้าต้องกระทำระหว่าง 1 h ถึง 5 h หลังจากเสร็จสิ้นการประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2

หมายเหตุ อุณหภูมิแบตเตอรี่ในเซลล์ไอเซลล์หนึ่งตรงกลางต้องวัดค่าได้ $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ก่อนเริ่มการปล่อยประจุไฟฟ้า

$$C_{r,e} = t \quad \text{คาบเวลา หน่วยเป็นนาฬิกา}$$

หากอุณหภูมิสุดท้ายของแบตเตอรี่แตกต่างจาก $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ต้องใช้สูตรการแก้ไขอุณหภูมิดังนี้

$$C_{r,e25^{\circ}\text{C}} = C_{r,eT}[1-0.009(T-25)]$$

9.3 การทดสอบสมรรถนะแรงกิ้ง (cranking performance test)

9.3.1 การทดสอบสมรรถนะแรงกิ้งกรณีอุณหภูมิมาตรฐาน

9.3.1.1 ภายหลังจากวางแบตเตอรี่ทิ้งไว้ 24 h หลังประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่จนเต็มตามข้อ 8.2 ต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอากาศไหลเวียนที่อุณหภูมิ $-18 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือจนกว่าอุณหภูมิในเซลล์ไอเซลล์หนึ่งตรงกลางวัดค่าได้ $-18 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$

หมายเหตุ โดยทั่วไปอุณหภูมิจะเป็นตามที่ต้องการภายหลังการรักษาแบตเตอรี่ไว้ในห้องเย็นอย่างน้อย 24 h

9.3.1.2 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าภายในหรือภายนอกห้องทำความเย็นภายใน 2 min หลังจากสิ้นสุดคาบเวลาทำความเย็นด้วยกระแสไฟฟ้า I_{cc} (ดูข้อ 7.1.1) กระแสไฟฟ้านี้ต้องรักษาให้คงตัวภายใน $\pm 0.5 \%$ ระหว่างปล่อยประจุไฟฟ้า

9.3.1.3 หลังปล่อยประจุไฟฟ้า 10 s ต้องบันทึกแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว U_{10s} หลังปล่อยประจุไฟฟ้า 30 s ต้องบันทึกแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว U_{30s} จากนั้นต้องตัดกระแสไฟฟ้าออก

หมายเหตุ ข้อ 9.3.1.1 ถึง ข้อ 9.3.1.3 ถือเป็นขั้นที่ 1 ของการทดสอบสมรรถนะแรงกิ้ง

9.3.1.4 การทดสอบต้องกระทำต่อเนื่องหลังจากทิ้งระยะเวลาไว้ $20 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$

9.3.1.5 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าที่ $0.6I_{cc}$ กระแสไฟฟ้าต้องรักษาให้คงตัวภายใน $\pm 0.5 \%$ ในระหว่างการปล่อยประจุไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่ลดลงถึง 6 V ถือว่าการปล่อยประจุไฟฟ้าเป็นอันสิ้นสุด

9.3.1.6 ต้องบันทึกเวลาปล่อยประจุไฟฟ้า (t_{6V}) หน่วยเป็นวินาที ที่ $0.6I_{cc}$ ถึง 6 V

หมายเหตุ ข้อ 9.3.1.4 ถึงข้อ 9.3.1.6 ถือเป็นขั้นที่ 2 ของการทดสอบสมรรถนะแรงกิ้ง

9.3.2 การทดสอบสมรรถนะแรงกิ้งกรณีอุณหภูมิที่เย็นมาก

ต้องทดสอบในกรณีที่ผู้ทำระบุว่าแบตเตอรี่ใช้งานในภาวะอุณหภูมิที่เย็นมาก

วิธีทดสอบเหมือนกันกับที่ได้นิยามข้างต้นสำหรับอุณหภูมิมาตรฐาน โดยที่

- อุณหภูมิห้องเย็น = $-29\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- I_{cc} สำหรับภาวะอุณหภูมิที่เย็นมากเป็นไปตามที่ระบุบนฉลากแบตเตอรี่โดยผู้ทำ

9.4 การทดสอบการยอมรับประจุไฟฟ้า (charge acceptance test)

9.4.1 การทดสอบต้องดำเนินการในแบตเตอรี่ซึ่งได้รับการประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.2 (แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ) หรือข้อ 8.2.4 (แบตเตอรี่ชนิดคว่ำควม)

9.4.2 ต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm

9.4.3 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้า I_0

$$I_0 = C_{e20}/10\text{ h (A) เป็นเวลา 5 h}$$

C_e หาได้จากค่า C_e สูงสุดของการปล่อยประจุไฟฟ้า 3 ครั้งตามข้อ 9.1

9.4.4 ทันทีที่ปล่อยประจุไฟฟ้าเสร็จต้องทำแบตเตอรี่ให้เย็นที่อุณหภูมิ $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลาอย่างน้อย 20 h หรือจนกว่าอุณหภูมิในเซลล์ใดเซลล์หนึ่งตรงกลางวัดค่าได้ $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

9.4.5 ที่อุณหภูมิ $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ นี้ แบตเตอรี่ต้องประจุไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าคงตัว $14.40\text{ V} \pm 0.10\text{ V}$

หลังจาก 10 min ต้องบันทึกกระแสไฟฟ้าประจุ I_{ca}

9.5 การทดสอบการคงสภาพประจุไฟฟ้า (charge retention test)

9.5.1 แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็ม (ให้เป็นไปตามข้อ 8.2) โดยปิดจุกระบายก๊าซให้แน่นและมีพื้นผิวแห้งสะอาด ต้องเก็บที่อุณหภูมิ $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในลักษณะวงจรเปิดเป็นเวลา (t) ดังที่กำหนดในข้อ 9.5.3 ทั้งนี้ไม่มีการเชื่อมต่อตัวหนีบหรือสายไฟที่ขั้ว

9.5.2 หลังจากคาบเวลาเก็บแบตเตอรี่นี้ ต้องทดสอบสมรรถนะแรงกิงของแบตเตอรี่ โดยไม่ประจุไฟฟ้าใหม่ที่อุณหภูมิ $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ และกระแสไฟฟ้า $I = 0.6I_{cc}$ ต้องบันทึกแรงดันไฟฟ้าหลังจาก 30 s (U_{30s})

9.5.3 เวลาในการรักษา

- แบตเตอรี่สูญเสียน้ำปกติ N (normal water loss battery) $t = 10$ d
- แบตเตอรี่สูญเสียน้ำต่ำ L (low water loss battery) $t = 14$ d
- แบตเตอรี่สูญเสียน้ำต่ำมาก VL (very low water loss battery) $t = 49$ d
- แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม VRLA (valve regulated battery) $t = 49$ d

9.6 การทดสอบความคงทนของแบตเตอรี่ (endurance test for battery)

9.6.1 การทดสอบการกัดกร่อน (corrosion test)

- 9.6.1.1 การทดสอบแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็มให้เป็นไปตามข้อ 8.2.2 (แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ) หรือให้เป็นไปตามข้อ 8.2.4 (แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม) แต่จำกัดเวลาของการประจุไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าคงตัวไว้ที่ 10 h
- 9.6.1.2 ต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำรักษาอุณหภูมิที่ $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm
- 9.6.1.3 แบตเตอรี่ซึ่งรักษาอุณหภูมิไว้ที่ $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต้องประจุไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าคงตัว $14.00\text{V} \pm 0.10\text{ V}$ เป็นเวลา 13 d
- 9.6.1.4 ต้องเก็บแบตเตอรี่ไว้ในลักษณะวงจรเปิดที่ $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 13 d ทั้งนี้ไม่มีการเชื่อมต่อตัวหนีบหรือสายไฟฟ้าที่ขั้ว
- 9.6.1.5 ต้องทำแบตเตอรี่ให้เย็นถึง $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ หากจำเป็นให้เติมน้ำกลั่นเพื่อรักษาระดับอิเล็กโทรไลต์ตามข้อแนะนำของผู้ทำ (ข้อนี้ไม่ใช้กับแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม)
- 9.6.1.6 แบตเตอรี่ต้องประจุไฟฟ้าใหม่ตามข้อ 8.2.2 (แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ) หรือข้อ 8.2.4 (แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม) แต่จำกัดเวลาของการประจุไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าคงตัวไว้ที่ 6 h
- 9.6.1.7 แบตเตอรี่ซึ่งรักษาอุณหภูมิไว้ที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต้องตั้งไว้เป็นเวลา 20 h
- 9.6.1.8 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าด้วยกระแสไฟฟ้า $0.6I_{cc}$ ที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 s ต้องบันทึกแรงดันไฟฟ้า 30 s
- 9.6.1.9 ลำดับข้อ 9.6.1.1 ถึงข้อ 9.6.1.8 ถือเป็น 1 รอบของการทดสอบการกัดกร่อน

- 9.6.1.10 ลำดับข้อ 9.6.1.1 ถึงข้อ 9.6.1.8 ต้องทำซ้ำและการทดสอบถือเป็นอันสิ้นสุดเมื่อแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่น้อยกว่า 7.2 V ที่ 30 s ด้วยกระแสไฟฟ้า $0.6I_n$ ในการทดสอบแรงกึ่งที่ $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (ดูข้อ 9.6.1.8)
- 9.6.1.11 คุณลักษณะที่ต้องการ
จำนวนของหน่วยให้ข้อ 10
- 9.6.2 การทดสอบตามวัฏจักรที่ 1 (cycling test 1)
- 9.6.2.1 การทดสอบแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็มให้เป็นตามข้อ 8.2
- 9.6.2.2 ตลอดระยะเวลาทดสอบต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm ยกเว้นกรณีการทดสอบการปล่อยประจุไฟฟ้าแบบรวดเร็วจะดำเนินการที่อุณหภูมิ $-18\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$
- 9.6.2.3 ระหว่างการทดสอบจำเป็นต้องรักษาระดับอิเล็กโทรไลต์โดยการเติมน้ำกลั่นตามคำแนะนำของผู้ทำ ยกเว้นแบตเตอรี่ที่ “สูญเสียน้ำต่ำ” หรือ “สูญเสียน้ำต่ำมาก” และแบตเตอรี่ชนิดควาล์วควบคุม
- 9.6.2.4 แบตเตอรี่ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่นับจำนวนวัฏจักรปล่อยประจุไฟฟ้า/ประจุไฟฟ้า สำหรับจำนวนของวัฏจักรที่ต้องการแต่ละวัฏจักรประกอบด้วย
- (ก) ปล่อยประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 1 h ที่กระแสไฟฟ้า $I = 5I_n$ หน่วยเป็นแอมแปร์
- (ข) ดำเนินการทันที
- โดยประจุไฟฟ้าใหม่เป็นเวลา 2 h 55 min ที่แรงดันไฟฟ้าซึ่งขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ที่สัมพันธ์กับระดับการสูญเสีย (ดูตารางที่ 2) ด้วยกระแสไฟฟ้าสูงสุด (แอมแปร์) ถึง $I_{\max} = 10I_n$ (ดูข้อ 7.1.2) และ
 - เป็นเวลา 5 min ที่กระแสไฟฟ้าคงตัว $I = 2.5I_n$ (N, L, VL) หน่วยเป็นแอมแปร์
 - เป็นเวลา 5 min ที่กระแสไฟฟ้าคงตัว $I = 0.5I_n$ (VRLA) หน่วยเป็นแอมแปร์
- 9.6.2.5 การทดสอบถือเป็นอันสิ้นสุดหากแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงต่ำกว่า 10.50 V ระหว่างการปล่อยประจุไฟฟ้าก่อนเสร็จสิ้นตามจำนวนวัฏจักรที่ต้องการ (ดูข้อ 10)

- 9.6.2.6 เมื่อทดสอบตามวัฏจักรสิ้นสุดต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอากาศไหลเวียนที่อุณหภูมิ $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ อย่างน้อย 20 h หรือจนกระทั่งอุณหภูมิในเซลล์ใดเซลล์หนึ่งตรงกลางวัดค่าได้ $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 9.6.2.7 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าหลังจากสิ้นสุดคาบเวลาทำความเย็นด้วยกระแสไฟฟ้า $0.6I_{cc}$
- 9.6.2.8 หลังจากปล่อยประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 30 s แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วแบตเตอรี่ต้องวัดได้ไม่น้อยกว่า 7.20 V การปล่อยประจุไฟฟ้าถือเป็นอันสิ้นสุด
- 9.6.2.9 ภาวะการประจุไฟฟ้า
- แรงดันไฟฟ้าประจุนั้นอยู่กับเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ที่สัมพันธ์กับระดับการสูญเสียน้ำ (ดูตารางที่ 2) หรือประเภทของแบตเตอรี่ ระดับการสูญเสียน้ำที่ใช้ควรเป็นค่าที่กำหนดโดยผู้ทำ หากผู้ทำไม่ได้กำหนดค่าไว้ให้หาค่าโดยการทดสอบให้เป็นไปตามตามข้อ 9.5 และข้อ 9.7

ตารางที่ 2 แรงดันไฟฟ้าประจุ

(ข้อ 9.6.2.4 (ข) ข้อ 9.6.2.9 และ ข้อ 9.6.3.4 (ข))

การสูญเสียน้ำ	แรงดันไฟฟ้า
ต่ำมาก (VL)	$16.00\text{ V} \pm 0.10\text{ V}$
ต่ำ (L)	$15.20\text{ V} \pm 0.10\text{ V}$
ปกติ (N)	$14.80\text{ V} \pm 0.10\text{ V}$
ชนิดวาล์วควบคุม (VRLA)	$14.40\text{ V} \pm 0.10\text{ V}$ หรือ $14.80\text{ V} \pm 0.10\text{ V}$ (ตามคำแนะนำของผู้ทำ)

- 9.6.2.10 คุณลักษณะที่ต้องการ
- จำนวนวัฏจักรให้ข้อ 10

9.6.3 การทดสอบตามวัฏจักรที่ 2 (cycling test 2)

- 9.6.3.1 การทดสอบต้องดำเนินการกับแบตเตอรี่ที่มีการประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อ 8.2.2 (แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ) หรือให้เป็นไปตามข้อ 8.2.4 (แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม)
- 9.6.3.2 ตลอดระยะเวลาทดสอบต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm ยกเว้นกรณีการทดสอบการปล่อยประจุไฟฟ้าแบบรวดเร็วจะดำเนินการที่อุณหภูมิ $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

- 9.6.3.3 ระหว่างการทดสอบจำเป็นต้องรักษาระดับอิเล็กโทรไลต์โดยการเติมน้ำกลั่นตามคำแนะนำของผู้ทำขเว้นแบตเตอรี่ที่ “สูญเสีย น้ำต่ำ” “สูญเสีย น้ำต่ำมาก” และแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม
- 9.6.3.4 แบตเตอรี่ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ซึ่งต้องทดสอบตามอนุกรมเป็นจำนวน 18 วัฏจักร แต่ละวัฏจักรประกอบด้วย
- (ก) ปลดปล่อยประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 2 h ที่กระแสไฟฟ้าในหน่วยแอมแปร์ $I = 5I_n$
- (ข) ดำเนินการทันที ดังนี้
- โดยประจุไฟฟ้าใหม่เป็นเวลา 4 h 45 min ที่แรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ที่สัมพันธ์กับระดับการสูญเสีย น้ำ (ดูตารางที่ 2) ด้วยกระแสไฟฟ้าสูงสุด หน่วยเป็นแอมแปร์ $I_{max} = 5I_n$ (ดูข้อ 7.1.2)
 - ในกรณีเป็นแบตเตอรี่ NL และ VL ให้ประจุไฟฟ้าใหม่เป็นเวลา 15 min ที่กระแสไฟฟ้าคงตัว หน่วยเป็นแอมแปร์ $I = 2.5I_n$
 - ในกรณีเป็นแบตเตอรี่ VRLA ให้ประจุไฟฟ้าใหม่เป็นเวลา 15 min ที่กระแสไฟฟ้าคงตัว หน่วยเป็นแอมแปร์ $I = 0.5I_n$
- 9.6.3.5 แบตเตอรี่ซึ่งรักษาอุณหภูมิไว้ที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต้องประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.2 (แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ) หรือข้อ 8.2.4 (แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม) แต่จำกัดเวลาของการประจุไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าคงตัวไว้ที่ 6 h
- 9.6.3.6 แบตเตอรี่ต้องเก็บรักษาไว้ในลักษณะวงจรเปิดที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 5 h
- 9.6.3.7 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าที่ $I = 5I_n$ จนแรงดันไฟฟ้าลงไปถึง $10.00\text{ V} \pm 0.05\text{ V}$ (ความจุไฟฟ้า: C) ต้องบันทึกเวลา t หน่วยเป็นชั่วโมง ของการปล่อยประจุไฟฟ้าจนแรงดันไฟฟ้าลงไปถึง $10.00\text{ V} \pm 0.05\text{ V}$ และหาค่า C ได้จาก
- $$C = t \times I \quad \text{หน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง}$$
- 9.6.3.8 แบตเตอรี่ต้องประจุไฟฟ้าใหม่ตามข้อ 8.2.2 หรือข้อ 8.2.4
- 9.6.3.9 ลำดับข้อจากข้อ 9.6.3.2 ถึงข้อ 9.6.3.8 ถือเป็น 1 รอบการทดสอบตามวัฏจักร (cycling test unit)
- 9.6.3.10 ลำดับข้อจากข้อ 9.6.3.2 ถึงข้อ 9.6.3.8 ต้องได้รับการทดสอบซ้ำตามจำนวนรอบที่ต้องการ ความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงเมื่อสิ้นสุดรอบสุดท้ายต้องเป็น $C \geq 0.5C_n$

- 9.6.3.11 หากผ่านเกณฑ์ $C \geq 0.5C_n$ ต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอากาศไหลเวียนที่อุณหภูมิ $-18 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ อย่างน้อย 20 h หรือจนกว่าอุณหภูมิในเซลล์ใดเซลล์หนึ่งตรงกลางวัดค่าได้ $-18 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
- 9.6.3.12 แบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุไฟฟ้าด้วยกระแสไฟฟ้า $0.6I_{cc}$ หลังจากสิ้นสุดคาบเวลาการทำให้แบตเตอรี่เย็น
- 9.6.3.13 หลังจากปล่อยประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 30 s แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วแบตเตอรี่ต้องวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 7.20 V การปล่อยประจุไฟฟ้าถือเป็นอันสิ้นสุด
- 9.6.3.14 คุณลักษณะที่ต้องการ
- จำนวนรอบการทดสอบตามวัฏจักรให้ดูข้อ 10
- 9.6.4 การทดสอบตามวัฏจักรที่ 3 (cycling test 3 ใช้กับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซเท่านั้นที่มี C_{20} ตั้งแต่ 60 Ah ถึง 220 Ah)
- 9.6.4.1 การทดสอบต้องดำเนินการกับแบตเตอรี่ที่ได้รับประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.2 (แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ)
- 9.6.4.2 ตลอดระยะเวลาทดสอบต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ $40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm
- 9.6.4.3 ระหว่างการทดสอบจำเป็นต้องรักษาระดับอิเล็กโทรไลต์โดยการเติมน้ำกลั่นตามคำแนะนำของผู้ทำ
- 9.6.4.4 แบตเตอรี่ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ซึ่งต้องทดสอบตามอนุกรมของวัฏจักร แต่ละวัฏจักรประกอบด้วย
- (ก) ปล่อยประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 1 h ที่กระแสไฟฟ้าปล่อยประจุตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3
- (ข) ดำเนินการทันทีโดยการประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 5 h ที่กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) ตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3
- วัฏจักรการปล่อยประจุไฟฟ้า/การประจุไฟฟ้านี้ถือเป็นวัฏจักรความคงทน (endurance cycle) 1 วัฏจักร

ตารางที่ 3 กระแสไฟฟ้าปล่อยประจุและกระแสประจุ

(ข้อ 9.6.4.4 (ก) ข้อ 9.6.4.4 (ข) ข้อ 9.6.4.5 และ ข้อ 9.6.4.6)

ความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (อัตรา 20 h)	ตั้งแต่ 60 Ah ถึง 90 Ah	มากกว่า 90 Ah ถึง 220 Ah
กระแสไฟฟ้าปล่อยประจุ (A)	20 A	40 A
กระแสไฟฟ้าประจุ (A)	5 A	10 A

- 9.6.4.5 ในระหว่างการทดสอบ วัฏจักรความคงทนทุก 25 วัฏจักร ต้องมีการปล่อยประจุไฟฟ้าต่อเนื่อง ที่ กระแสไฟฟ้าปล่อยประจุซึ่งระบุไว้ในตารางที่ 3 จนกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ลดลงถึง 10.2 V ต้องบันทึกระยะเวลาการปล่อยประจุไฟฟ้า หน่วยเป็นชั่วโมง
- 9.6.4.6 แบตเตอรี่ต้องประจุไฟฟ้าด้วยกระแสไฟฟ้าประจุซึ่งระบุไว้ในตารางที่ 3 จนกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่หรือความถ่วงจำเพาะของอิเล็กโทรไลต์ (ปรับแก้ค่าที่ 20 °C) ซึ่งวัดทุก 15 min มีค่าที่อ่านได้คงตัวติดต่อกัน 3 ครั้ง
- 9.6.4.7 ความจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ได้จากผลคูณของกระแสไฟฟ้าปล่อยประจุและระยะเวลาการปล่อยประจุไฟฟ้าของการทดสอบตามข้อ 9.6.4.5 ต้องบันทึกและเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวัฏจักรความคงทนกับความจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ เมื่อความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงถึง 40 % หรือน้อยกว่าของความจุไฟฟ้าประสิทธิผลที่ 20 h C₀ การทดสอบตามวัฏจักรถือว่าสมบูรณ์และสิ้นสุด จำนวนรวมของวัฏจักรความคงทนสามารถหาได้จากกราฟที่ข้างต้น
- 9.6.4.8 เกณฑ์จำนวนวัฏจักรของความคงทนที่ต้องการกำหนดจากจำนวนที่ได้เมื่อความจุไฟฟ้ามีค่าเป็น 40 % ของความจุไฟฟ้าประสิทธิผลที่ 20 h C₀ และหาได้จากข้อ 10. ซึ่งแสดงถึงจำนวนที่ต้องการตามความสัมพันธ์ของความจุไฟฟ้าระบุที่ 20 h
- 9.6.5 การทดสอบตามวัฏจักรที่ 4 (cycling test 4 ใช้กับแบตเตอรี่ที่ C_r ตั้งแต่ 40 min ถึง 150 min)
- 9.6.5.1 ทดสอบแบตเตอรี่ที่ได้รับการประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2.2 (แบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ) หรือข้อ 8.2.4 (แบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม)
- 9.6.5.2 ตลอดระยะเวลาทดสอบต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 40°C ± 2°C (หรือ 75°C ± 3°C) ฐานขั้วของแบตเตอรี่ต้องสูงเหนือระดับน้ำไม่น้อยกว่า 15 mm แต่ไม่เกิน 25 mm หากแบตเตอรี่หลายลูกอยู่ในอ่างน้ำเดียวกัน ระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่และระยะห่างระหว่างแบตเตอรี่กับผนังของอ่างน้ำต้องไม่น้อยกว่า 25 mm

- 9.6.5.3 ระหว่างการทดสอบตามวัฏจักรจำเป็นต้องรักษาระดับอิเล็กโทรไลต์โดยการเติมน้ำกลั่นตามคำแนะนำของผู้ทำ ยกเว้นแบตเตอรี่ที่ “สูญเสียน้ำต่ำ” “สูญเสียน้ำต่ำมาก” หรือแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม
- 9.6.5.4 แบตเตอรี่ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ซึ่งต้องทดสอบตามอนุกรมต่อเนื่องของวัฏจักร แต่ละวัฏจักรประกอบด้วย
- (ก) ปล่อยประจุไฟฟ้าเป็นเวลา $240 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$ ที่ $25 \text{ A} \pm 0.1 \text{ A}$
 - (ข) ภายใน 10 s ให้ประจุไฟฟ้าเป็นเวลา $600 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$ ที่กระแสไฟฟ้าประจุสูงสุด $25 \text{ A} \pm 0.1 \text{ A}$ และแรงดันไฟฟ้าประจุสูงสุด $14.80 \text{ V} \pm 0.03 \text{ V}$
- ช่วงเวลาระหว่างการประจุไฟฟ้าและปล่อยประจุไฟฟ้าต้องไม่เกิน 10 s ทดสอบรวมกันเป็นเวลา $100 \text{ }^{+12}_{0}\text{h}$
- 9.6.5.5 แบตเตอรี่ซึ่งรักษาอุณหภูมิตามข้อ 9.6.5.2 ต้องคงสภาพวงจรเปิดเป็นเวลา 65 h ถึง 70 h
- 9.6.5.6 ปล่อยประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่รักษาอุณหภูมิตามข้อ 9.6.5.2 ด้วยกระแสไฟฟ้าแรงกึ่ง I_{cc} เป็นเวลา 30 s ต้องบันทึกแรงดันไฟฟ้าที่ชั่วที่ 30 s (U_{30s}) ควบคู่กับจำนวนวัฏจักรที่อธิบายไว้ในข้อ 9.6.5.4
- 9.6.5.7 ทดสอบตามวัฏจักรรอบต่อไปโดยเริ่มต้นจากการประจุไฟฟ้าตามข้อ 9.6.5.4 (ข)
- 9.6.5.8 การทดสอบตามวัฏจักรถือว่าสมบูรณ์เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ชั่วที่ U_{30s} ของข้อ 9.6.5.6 ลดลงเหลือต่ำกว่า 7.20 V จำนวนของวัฏจักรหาได้โดยการเขียนกราฟระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าที่ชั่วที่ U_{30s} กับจำนวนวัฏจักร จุดตัดที่เส้นกราฟ 7.20 V ถือเป็นจำนวนวัฏจักร
- 9.6.5.9 คุณลักษณะที่ต้องการ
- จำนวนรอบการทดสอบตามวัฏจักรให้ดูข้อ 10.
- 9.6.6 ลำดับการทดสอบความคงทน
- ให้ทดสอบแบตเตอรี่ตามการจำแนกประเภทตามลำดับการทดสอบความคงทนที่กำหนดในตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ลำดับการทดสอบความคงทนของแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ

(ข้อ 9.6.6)

การทดสอบ	คลาสแบตเตอรี่		
	A ⁿ	B ^y	C
การกักความร้อน	×	×	×
วัฏจักรที่ 1 หรือ 4 (40 °C)	×		
วัฏจักรที่ 2 หรือ 3		×	
วัฏจักรที่ 4 (75 °C)			×
<p>ⁿการทดสอบตามวัฏจักรสำหรับแบตเตอรี่คลาส A แบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามการทดสอบตามวัฏจักรที่ 1 หรือวัฏจักร 4 (40 °C) ทั้งนี้ให้ ผู้ทำเป็นผู้เลือกระหว่างการทดสอบตามวัฏจักรที่ 1 กับวัฏจักร 4</p> <p>^yการทดสอบตามวัฏจักรสำหรับแบตเตอรี่คลาส B แบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามการทดสอบตามวัฏจักรที่ 2 (ที่เหมาะสม) หรือวัฏจักร 3 ทั้งนี้ ให้ผู้ทำเป็นผู้เลือกระหว่างการทดสอบตามวัฏจักรที่ 2 กับวัฏจักร 3</p>			

ตารางที่ 5 ลำดับการทดสอบความคงทนของแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม

(ข้อ 9.6.6)

การทดสอบ	คลาสแบตเตอรี่	
	A	B
การกักความร้อน	×	×
การทดสอบตามวัฏจักรที่ 1 หรือวัฏจักร 4 (40 °C)	×	
การทดสอบตามวัฏจักรที่ 2		×

9.7 การทดสอบการสิ้นเปลืองน้ำ (water consumption test)

การทดสอบนี้ใช้เฉพาะกับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซ

- 9.7.1 แบตเตอรี่หลังจากประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2 ต้องทำความสะอาดให้แห้งและชั่งน้ำหนักให้ได้ความแม่นยำ $\pm 0.05\%$ (W1)
- 9.7.2 ต้องวางแบตเตอรี่ไว้ในอ่างน้ำซึ่งรักษาอุณหภูมิที่ $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ในภาวะเดียวกันกับข้อ 9.6.1
- 9.7.3 แบตเตอรี่ต้องประจุไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าคงตัว $14.40\text{ V} \pm 0.05\text{ V}$ (วัดระหว่างขั้วแบตเตอรี่) เป็นเวลา 500 h

- 9.7.4 ภายหลังจากคาบเวลาประจุไฟฟ้าเกิน (overcharge period) ต้องชั่งมวลแบตเตอรี่ทันทีในภาวะเดียวกันกับข้อ 9.7.1 ด้วยเครื่องชั่งเดียวกัน (W2)
- 9.7.5 คำนวณอัตราส่วน (W1-W2)/C_n และเปรียบเทียบกับรายการคุณลักษณะที่ต้องการในข้อ 10.
- 9.8 การทดสอบความต้านการสั่น (vibration resistance test)
- 9.8.1 หลังจากประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2 ต้องเก็บแบตเตอรี่ไว้เป็นเวลา 24 h ที่อุณหภูมิ 25 °C ± 2 °C
- 9.8.2 ต้องยึดแบตเตอรี่ให้แน่นกับโต๊ะของเครื่องทดสอบการสั่น ตัวยึดต้องเป็นชนิดเดียวกันกับที่ใช้ในยานพาหนะและมีความปลอดภัย
- ชุดยึดด้านล่างหรือชุดยึดขอบส่วนล่างของแบตเตอรี่และชุดยึดและสลักเกลียว M8 ที่เหมาะสมต้องขันให้แน่นให้โมเมนต์บิด (torque) อยู่ระหว่าง 15 Nm ถึง 25 Nm หรือ
 - กรอบเหล็กเข้ามุมซึ่งยึดขอบบนของเปลือก/ฝาครอบแบตเตอรี่สำหรับความกว้างอย่างน้อย x mm (ดูตารางที่ 6) เชื่อมต่อกับโต๊ะทดสอบการสั่นด้วยสลักเกลียว M8 จำนวน 4 ตัว ขันให้แน่นด้วยโมเมนต์บิดระหว่าง 8 Nm ถึง 12 Nm
- 9.8.3 ให้แบตเตอรี่สั่นในแนวตั้งที่ความถี่ 30 Hz ± 2 Hz เป็นเวลา T หน่วยเป็นชั่วโมง (ดูตารางที่ 6) ทั้งนี้ให้การสั่นเหล่านี้มีรูปแบบใกล้เคียงสัญญาณไซน์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- อัตราเร่งสูงสุดที่กระทำต่อแบตเตอรี่ต้องไปถึงค่า Z (ดูตารางที่ 6)
- หมายเหตุ อุณหภูมิแบตเตอรี่ตลอดการสั่นต้องอยู่ระหว่าง 20 °C กับ 30 °C
- 9.8.4 ภายหลังจากสิ้นสุดการสั่นไม่เกิน 4 h ให้แบตเตอรี่ปล่อยประจุไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 °C ± 2 °C ด้วยกระแสไฟฟ้า $I = I_{\infty}$ โดยไม่ประจุไฟฟ้าใหม่
- บันทึกแรงดันไฟฟ้าที่ชั่วภายหลังการปล่อยประจุไฟฟ้า 30 s (U_{30s}) จากนั้นการปล่อยประจุไฟฟ้าถือเป็นอันสิ้นสุด

ตารางที่ 6 ค่าสำหรับการทดสอบความต้านการสั่น

(ข้อ 9.8.2 และ ข้อ 9.8.3)

	คลาสแบตเตอรี่	
	A หรือ C	B
x	15 mm	33 mm
T	2 h	8 h
Z	$30 \text{ ms}^{-2} \pm 1 \text{ ms}^{-2}$	$50 \text{ ms}^{-2} \pm 1 \text{ ms}^{-2}$

9.9 การทดสอบการคงสภาพอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte retention test)

- 9.9.1 หลังจากประจุไฟฟ้าตามข้อ 8.2 ต้องเก็บแบตเตอรี่ไว้เป็นเวลา 4 h ในลักษณะวงจรเปิดที่อุณหภูมิ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 9.9.2 หากจำเป็นให้ปรับระดับอิเล็กโทรไลต์ของแต่ละเซลล์ให้สูงสุดด้วยน้ำกลั่น พื้นผิวภายนอกของแบตเตอรี่ต้องแห้งสะอาด
- 9.9.3 ต้องเอียงแบตเตอรี่ 4 ทิศทางที่ช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 30 s ระหว่างเอียงแบตเตอรี่ในแต่ละทิศทางดังนี้
- (ก) เอียงแบตเตอรี่เป็นมุม 45° จากแนวตั้งภายในเวลาไม่เกิน 1 s
 - (ข) รักษาแบตเตอรี่ที่ตำแหน่งดังกล่าวเป็นเวลา 3 s
 - (ค) กลับแบตเตอรี่ไปตำแหน่งแนวตั้งภายในเวลาไม่เกิน 1 s
- 9.9.4 ตลอดการทดสอบที่อธิบายไว้ในข้อ 9.9.3 ต้องตรวจสอบแบตเตอรี่เพื่อหาร่องรอยการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์จากแบตเตอรี่ และทำการบันทึกผลการสังเกตดังกล่าวไว้

9.10 สมรรถนะแรงกิงสำหรับแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าแห้ง (หรือเก็บประจุไฟฟ้า) หลังจากการกระตุ้น

- 9.10.1 แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าแห้งและอิเล็กโทรไลต์ปริมาณที่เพียงพอซึ่งจัดไว้โดยผู้ทำหรือตามข้อกำหนดของผู้ทำต้องเก็บไว้ที่ $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลาอย่างน้อย 12 h (ก่อนเติม)
- 9.10.2 ต้องเติมอิเล็กโทรไลต์ลงในแบตเตอรี่สูงถึงระดับที่กำหนดโดยผู้ทำ ภายหลังจากการวางแบตเตอรี่ทิ้งไว้ 20 min ที่อุณหภูมิแวดล้อมเดียวกับอุณหภูมิห้อง แบตเตอรี่ต้องถูกปล่อยประจุไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้า $I = I_{cc}$ เป็นเวลา 30 s
- บันทึกแรงดันไฟฟ้าที่ชั่วภายหลังการปล่อยประจุไฟฟ้าที่ U_{30s} จากนั้นการปล่อยประจุไฟฟ้าถือเป็นอันสิ้นสุด

10. คุณลักษณะที่ต้องการ

คุณลักษณะที่ต้องการใช้ได้กับลักษณะเฉพาะการทำงานตามหน้าที่ที่จำเป็น สรุปดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณลักษณะที่ต้องการโดยสรุป

ลักษณะเฉพาะการทำงานตามหน้าที่	คุณลักษณะที่ต้องการ	หมายเหตุ
ความจุไฟฟ้าที่ 20 h (ข้อ 9.1)	$C_e \geq C_n$	เฉพาะแบตเตอรี่ที่กำหนดหน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง (Ah)
ความจุไฟฟ้าสำรอง (ข้อ 9.2)	$C_{r,e} \geq C_{r,n}$	เฉพาะแบตเตอรี่ที่กำหนดความจุไฟฟ้าสำรอง
การทดสอบสมรรถนะแรงกิ้ง -18 °C หรือ -29 °C (หากกำหนด) (ข้อ 9.3)	$U_{10s} \geq 7.5 \text{ V}$ $U_{30s} \geq 7.2 \text{ V}$ $t_{6V} \geq 40 \text{ s}$ เวลารวม $\geq 90 \text{ s} = (30/0.6 \text{ s} + 40 \text{ s})$	บังคับ บังคับ ทางเลือก
การยอมรับประจุไฟฟ้า (ข้อ 9.4)	$I_{ca} \geq 2I_0$	
การคงสภาพประจุไฟฟ้า (ข้อ 9.5)	$U_{30s} \geq 8.0 \text{ V}$	
ความคงทน (ข้อ 9.6)		
การทดสอบการกัดกร่อน (ข้อ 9.6.1)	จำนวนรอบการทดสอบ = 4	
การทดสอบตามวัฏจักรที่ 1 (ข้อ 9.6.2)	จำนวนวัฏจักร = 120	หรือสูงกว่า ถ้ากำหนด
การทดสอบตามวัฏจักรที่ 2 (ข้อ 9.6.3)	จำนวนวัฏจักร = 5	หรือสูงกว่าถ้ากำหนด
การทดสอบตามวัฏจักรที่ 3 (ข้อ 9.6.4)	จำนวนวัฏจักร = $2.8 * C_n + 82^{\text{ก}}$	หรือสูงกว่าถ้ากำหนด
การทดสอบตามวัฏจักรที่ 4 (40 °C และ 75 °C) (ข้อ 9.6.5)	จำนวนวัฏจักร = $34 * C_{r,n} - 581^{\text{ข}}$	หรือสูงกว่าถ้ากำหนด
การสิ้นเปลืองน้ำ (ข้อ 9.7)		
แบตเตอรี่ปกติ (N)	ไม่กำหนด	
แบตเตอรี่สูญเสียน้ำต่ำ (L)	< 4 g/Ah	
แบตเตอรี่สูญเสียน้ำต่ำมาก (VL)	< 1 g/Ah	
การสั้น (ข้อ 9.8)	$U_{30s} \geq 7.2 \text{ V}$	
การคงสภาพอิเล็กทรอนิกส์ (ข้อ 9.9)	ไม่มีร่องรอยของเหลวบนจุกระบายก๊าซ(หรือที่รูระบายก๊าซ)	
สมรรถนะแรงกิ้งหลังจากการกระตุ้น (ข้อ 9.10)	$U_{30s} \geq 7.2 \text{ V}$	
C_e หรือ $C_{r,e}$ และสมรรถนะแรงกิ้งค่าที่กำหนดต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างน้อย 1 รอบใน 3 รอบของการปล่อยประจุไฟฟ้าตามข้อ 9.1 ข้อ 9.2 และข้อ 9.3		
^ก สูตรนี้ใช้สำหรับ C_{20} ตั้งแต่ 60 Ah ถึง 220 Ah		
^ข สูตรนี้ใช้สำหรับ C_1 ตั้งแต่ 40 min ถึง 150 min		

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

ความสัมพันธ์ระหว่าง C_n กับ $C_{r,n}$

ค่าของ $C_{r,n}$ (นาทิจ) อาจประเมินจาก C_n (แอมแปร์-ชั่วโมง) โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$C_{r,n} = \beta(C_n)^\alpha$$

โดยที่

$\alpha = 1.1828$ สำหรับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซหรือ 1.1201 สำหรับแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม

$\beta = 0.7732$ สำหรับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซหรือ 1.1339 สำหรับแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม

สมการส่วนกลับ

$$C_n = \delta(C_{r,n})^\gamma$$

เมื่อ

$\gamma = 0.8455$ สำหรับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซและ 0.8928 สำหรับแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม

$\delta = 1.2429$ สำหรับแบตเตอรี่ชนิดระบายก๊าซและ 0.8939 สำหรับแบตเตอรี่ชนิดวาล์วควบคุม

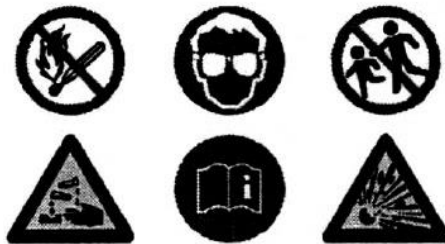
ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

ฉลากเตือนเพื่อความปลอดภัย

ข.1 ความหมายของสัญลักษณ์ 6 สี

สัญลักษณ์ที่กล่าวถึงในข้อ 6.1.5 แสดงไว้ในรูป ข.1



รูป ข.1 สัญลักษณ์ฉลากเตือนเพื่อความปลอดภัย

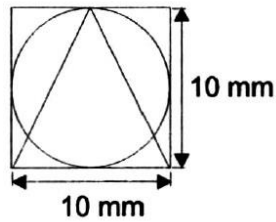
ต้องไม่มีข้อความของภาษาใด ๆ รวมอยู่กับสัญลักษณ์ทั้ง 6 รูป

ความหมายของสัญลักษณ์ทั้ง 6 รูป ตาม ISO

ความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นดังนี้

- (สีแดง) หมายถึง ห้ามสูบบุหรี่ห้ามมีเปลวไฟ ห้ามมีประกายไฟ
- (สีน้ำเงิน) หมายถึง สวมแว่นตานิรภัย
- (สีแดง) หมายถึง เก็บให้พ้นมือเด็ก
- (สีเหลือง) หมายถึง กรดแบตเตอรี่
- (สีน้ำเงิน) หมายถึง หมายเหตุ คำแนะนำการใช้งาน
- (สีเหลือง) หมายถึง ก๊าซชนวนระเบิด

สัญลักษณ์ต้องมีมิติโดยทั่วไปดังแสดงในรูป ข.2 ด้วยมิติอย่างน้อย 10 mm



รูป ข.2 มิติสำหรับสัญลักษณ์ฉลากเตือนเพื่อความปลอดภัย

กลุ่มสัญลักษณ์ต้องอยู่ในตำแหน่งด้านบนของแบตเตอรี่ (ตัวอย่างแสดงในรูป ข.1)

ข.2 การติดฉลากเตือนเพื่อความปลอดภัย - ป้ายชื่อสำหรับพื้นที่อเมริกาเหนือ

