

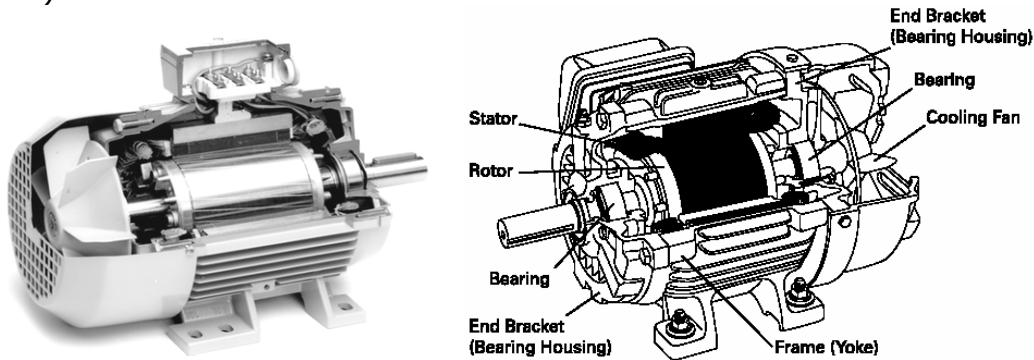
พิรพงศ์ ลิ้มประสิทธิ์วงศ์
(Bs.EE_{KMITN.}, MBA_{NIDA})
pirapong@tinamics.com



อุณหภูมิกับการใช้งานมอเตอร์ Motor with Temperature Utilization

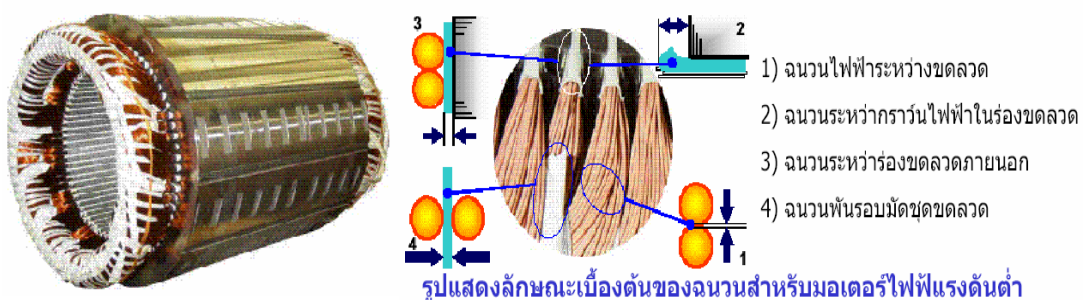
ปัญหาที่เกิดจากมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิสูงเกิน หรือ Over Temperature อาจเกิดมาจาก การเลือกขนาด และชนิดของมอเตอร์ การติดตั้งไม่ถูกต้อง ความไม่เข้าใจใน ลักษณะของโหลดที่นำไปใช้งาน รวมไปถึงอุณหภูมิ ของสภาพแวดล้อมในขณะที่ใช้งานสูงเกินมาตรฐาน หลายๆปัญหาที่เกิดกับมอเตอร์ รวมไปถึง ปัญหาที่เกิดจากมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิสูงเกิน สามารถที่จะหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ ถ้าเข้าใจหลักการทางานของมอเตอร์ และเข้าใจถึงสภาพการนำไปใช้งาน

มอเตอร์กรงกระรอก หรือ อินดักชั่นมอเตอร์ โดยส่วนใหญ่จะมีการระบายความร้อนเป็นแบบชนิด IC411 หรือ แบบ Self Cool หรือ TEFC (Totally Enclosure Fan Cool) โดยจะมีพัดลมอยู่สองชุด แยกวงจรมอเตอร์ออกเป็นวงจรมอเตอร์ภายใน และภายนอก โดยวงจรมอเตอร์ภายในจะมีครีบบีบพัดติดที่ตัวโรเตอร์ทำหน้าที่ตีลมให้มีการหมุนเวียนภายในห้องโรเตอร์ให้ลมกระจายโดยทั่ว เพื่อสามารถนำพาเอาความร้อนจากตัวโรเตอร์เอง และขดลวดสเตเตอร์ ถ่ายเทไปยังผิวของโครงสร้างตัวมอเตอร์ โดยวิธีการนำพาเอาความร้อน ส่วนวงจรมอเตอร์ภายนอกจะมีพัดลมติดด้านท้ายของตัวโรเตอร์ด้านนอกโครงสร้างมอเตอร์ ทำหน้าที่ดูดลมเย็นจากทางด้านท้าย (Non Drive End) ผ่านทางครีบบีบด้านนอกเพื่อช่วยนำพา และระบายความร้อนออกจากตัวโครงสร้างมอเตอร์ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก

จากรูปที่ 1 แสดงมอเตอร์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยโครงเหล็กหรืออลูมิเนียมด้านนอกครอบสเตเตอร์ที่ทำจากแผ่นเหล็กบางเรียงอัดซ้อนกัน พร้อมขดลวดทองแดงหุ้มด้วยฉนวนฝังในร่องสเตเตอร์ แล้วทำการชุบหรือเคลือบด้วยฉนวนวานิช แล้วอบแห้งเพื่อให้ทนทานต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งาน บางชนิดของมอเตอร์หรือบางโรงงานอาจจะผ่านกรรมวิธี VPI (Vacuum Pressure Impregnation) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเคลือบวานิชให้กระจายทุกซอกทุกมุม เพิ่มความคงทนแข็งแรงอันเนื่องมาจากการสันสะท้อน และลดโอกาสที่ฝุ่นละอองจะเข้าไปจับระหว่างขดลวด โดยทั่วไปในปัจจุบันนี้วัสดุของฉนวนที่ใช้ส่วนใหญ่ จะสามารถทนอุณหภูมิได้ตามการมาตรฐานฉนวนไฟฟ้า Class F ซึ่งจะสามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุด 155°C หรือมอเตอร์บางรุ่นอาจจะใช้ฉนวนไฟฟ้าตามมาตรฐาน Class H ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 180°C



รูปที่ 2 แสดงลักษณะโครงสร้าง และ ขดลวดของ Stator ของมอเตอร์ไฟฟ้า



จากรูปที่ 2 แสดงลักษณะของขดลวดเมื่อพันเสร็จแล้วกลายเป็นขดลวดสเตเตอร์ รวมทั้งฉนวนขดลวดที่ใช้กันโดยทั่วไป โดยระบบของฉนวนสำหรับขดลวดไฟฟ้าในสเตเตอร์จะประกอบไปด้วย

- ฉนวนระหว่างเฟสไฟฟ้า หรือระหว่างขดลวด (Phase barrier)
- ฉนวนระหว่างกราว์กับเฟสไฟฟ้า (Slot liners etc.)
- ฉนวนระหว่างขดลวดไฟฟ้าเช่น ฉนวนเคลือบนำยาวาณิช เป็นต้น

อุณหภูมิกับอายุการใช้งานของมอเตอร์

อายุการใช้งานของมอเตอร์จะยาวนาน หรือสั้นลง ส่วนสำคัญ ส่วนหนึ่ง คือ อายุการใช้งานของฉนวนขดลวด ส่วนอื่นๆ เช่น แบร์ริง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางกลสามารถที่จะพอมองเห็นได้ด้วยตา หรือฟังด้วยเสียงได้ และการเปลี่ยนอุปกรณ์เหล่านี้ ไม่ยากและราคาไม่สูงมากนัก

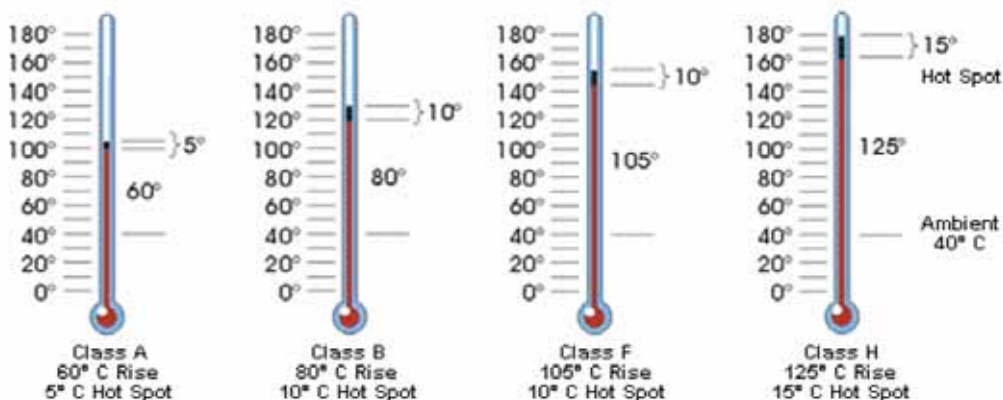
มอเตอร์ส่วนใหญ่เกินกว่า 50% จะเสียหายเนื่องมาจากเกิดการลัดวงจรของขดลวด การลัดวงจรอาจจะเกิดจากปัญหาทางกลที่สามารถมองเห็นได้ง่าย แต่สาเหตุใหญ่ที่อยู่เบื้องหลัง คือ ฉนวนเสื่อมคุณภาพก็เพราะความเป็นฉนวนไม่สามารถทำหน้าที่เป็นฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ จึงทำให้เกิดแรงดันทะลุฉนวน เกิดการลัดวงจรทางไฟฟ้า หรือลัดวงจรลงดิน

ฉนวนเสื่อมคุณภาพสาเหตุใหญ่เกิดจากอุณหภูมิเกินพิกัด เพราะอุณหภูมิที่สูงเกินจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเปลี่ยนไป ความเป็นฉนวนของขดลวดเสื่อมคุณภาพ ทำให้เกิดการลัดวงจรลงโครง หรือระหว่างขดลวด

อุณหภูมิเกินพิกัดนั้นมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น สภาพแวดล้อมไม่ตรงกับที่ออกแบบ, มอเตอร์ขับโหลดเกินทำให้กระแสเกิน, การสตาร์ทบ่อยเกินไป จะมีกระแสเป็นจำนวนมากในตอนที่ยังมอเตอร์สตาร์ททำให้ร้อนจัด, หรือการเลือกมอเตอร์ไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน เป็นต้น

ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือนต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์ก็คือ ความร้อนเกินพิกัด (Temperature Limited) นั่นเอง

โดยปกติฉนวนสำหรับมอเตอร์ควรมีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี ถ้ามอเตอร์นั้นทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมตามการที่ออกแบบเอาไว้ หากอุณหภูมิของฉนวนเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส (10°K) อายุการใช้งานของฉนวนจะสั้นลงโดยประมาณ 50% ยกตัวอย่างเช่น ตามสถิติ ฉนวน Class F (155°C) นำไปใช้งานที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นตาม Class F (105°K) จะมีอายุการใช้งานประมาณ 60,000 ชั่วโมง แต่หากนำไปใช้งานที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นตาม Class B (80°K) จะมีอายุการใช้งานประมาณ 150,000 ชั่วโมง เป็นต้น



รูปที่ 3 แสดงมาตรฐานอุณหภูมิ หรือ Class ของฉนวน สำหรับขดลวดมอเตอร์

ในบางกรณี อาจจะมีผู้ขายหรือผู้ผลิตบางรายใช้วิธีเล่นคำ นำเสนอมอเตอร์ ซึ่งปกติมอเตอร์มีฉนวนแบบ Class F ออกแบบเพื่อใช้งาน utilization to class B สามารถขับโหลดได้ไม่เกิน 100 kW เล่นคำเสียใหม่เป็นมอเตอร์ 110 kW ฉนวนชนิด Class F utilization to class **F** ฟังดูดี และขนาดมอเตอร์ใหญ่กว่า น่าจะราคาแพงกว่ามอเตอร์ 100 kW Class F/B ซึ่งแท้ที่จริงแล้วเป็นมอเตอร์เหมือนกันทุกประการ utilization to class **F** หมายความว่าเมื่อนำมอเตอร์ไปใช้งานที่กำลังพิกัด (ซึ่งจะสูงกว่าเดิมประมาณ 10%) จะทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิแวดล้อมได้สูงขึ้นจากเดิม 80°C เปลี่ยนเป็น Class F หรือ 105°C หรือ อธิบายได้อีกอย่างหนึ่งมอเตอร์ตัวเดียวกันนี้ ถ้าระบุการนำไปใช้งาน เป็นแบบ Class F/B จะได้กำลังน้อยกว่า F/F ประมาณ 10%

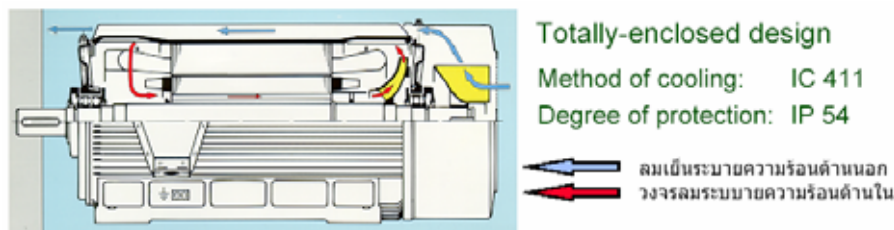
นอกจากนั้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะเป็นผลทำให้เกิดค่าความต้านทานของขดลวดในมอเตอร์เพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่า I^2R หรือ กำลังสูญเสียในตัวมอเตอร์เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่แตกต่างไป ทำให้ประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกลของมอเตอร์ลดลง ซึ่งสามารถหาค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นได้ ตามสูตร

$$\theta = \frac{R_w - R_K}{R_K} \cdot (235 + \theta_K) + \theta_K - \theta_{cool}$$

เมื่อ	θ	คืออุณหภูมิเพิ่มขึ้นของขดลวด [$^{\circ}K$]
	R_K	คือความต้านทานของขดลวดมอเตอร์ขณะเย็น [Ω]
	θ_K	คืออุณหภูมิของขดลวดขณะเย็น [$^{\circ}C$]
	R_w	คือความต้านทานของขดลวดมอเตอร์ที่อุณหภูมิทำงาน
	θ_{cool}	คืออุณหภูมิของการระบายความร้อน [$^{\circ}C$]

การระบายความร้อนมอเตอร์

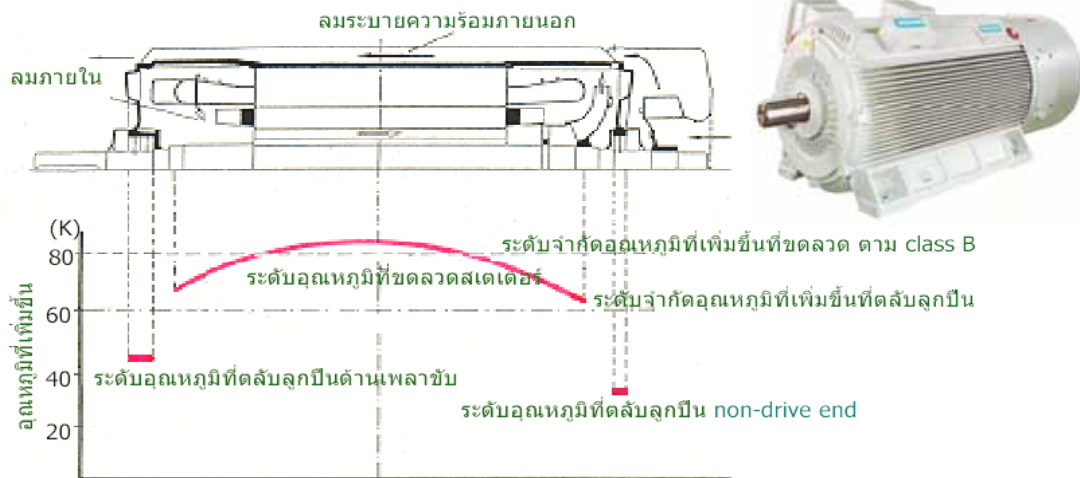
ประสิทธิภาพของการระบายความร้อน ทั้งด้านนอก และภายในตัวมอเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณลมที่ระบายความร้อน และความเย็นของลม ในขณะที่ปริมาณลมก็ขึ้นอยู่กับความเร็วของพัดลมยกกำลังสาม ($Q \sim n^3$) ตามกฎพลศาสตร์ ดังนั้นเมื่อนำมอเตอร์อเมริกาที่ออกแบบให้ใช้ที่อุณหภูมิแวดล้อมเท่ากับ ที่ระบบความถี่ 60 Hz ความเร็วรอบ 1800 รอบต่อนาที มาใช้ที่ระบบไฟฟ้า 50 Hz ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที จะทำให้ประสิทธิภาพของการระบายความร้อนของมอเตอร์ลดลง ทำให้ความสามารถในการรองรับกระแสก็จะลดลงตามไปด้วย ทำให้มอเตอร์ไม่สามารถขับโหลดได้เต็มพิกัดตามขนาดกระแสพิกัด หากเรานำมอเตอร์ไปขับยังกระแสพิกัด ผลที่ตามมาคือ มอเตอร์จะร้อนกว่าพิกัดที่ออกแบบไว้ ทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์สั้นลงอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 4 แสดงลักษณะการระบายความร้อนของมอเตอร์

จากรูปที่ 4 หากวิเคราะห์ดูตามหลักพลศาสตร์ การระบายความร้อน ส่วนที่ร้อนที่สุดคือส่วนกลางตัวมอเตอร์ เพราะอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดความร้อนคือ ขดลวดสเตเตอร์มากที่สุด ส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดคือส่วนท้ายตัวมอเตอร์เพราะอยู่ใกล้แหล่งลมเย็นที่ระบายความร้อนมากที่สุด

ดังนั้นหากต้องการนำมอเตอร์อเมริกาออกแบบที่ 60 Hz มาใช้ที่ระบบไฟฟ้า 50 Hz ควรตรวจดูความร้อนที่เพิ่มขึ้นที่ตัวมอเตอร์ โดยทั่วไปมอเตอร์ Class F Utilization Class B หมายถึง ฉนวนของขดลวดมีความสามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน $155^{\circ}C$ และจะยอมให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากการใช้งานได้ไม่เกิน $80^{\circ}C$ จากอุณหภูมิแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิแวดล้อม $40^{\circ}C$ เมื่อขับมอเตอร์เต็มรอบ ความร้อนที่ขดลวดเพิ่มขึ้นเป็น $125^{\circ}C$ นั้นหมายความว่ามอเตอร์กำลังขับโหลดเกินกำลัง เพราะอุณหภูมิที่ยอมรับได้ คือ อุณหภูมิไม่เกิน $40^{\circ} + 80^{\circ} = 120^{\circ}C$



รูปที่ 5 แสดงลักษณะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นแต่ละตำแหน่งของมอเตอร์

จากรูปที่ 5 เป็นการอธิบายอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ณ.ตำแหน่งจุดต่าง ๆ ที่ตัวมอเตอร์ โดย 1 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ $1^{\circ}\text{C} \Delta\text{T}$ หรือ เท่ากับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1°C ($1^{\circ}\text{K} = \Delta 1^{\circ}\text{C}$) นับจากอุณหภูมิแวดล้อม ณ.ขณะนั้นๆ

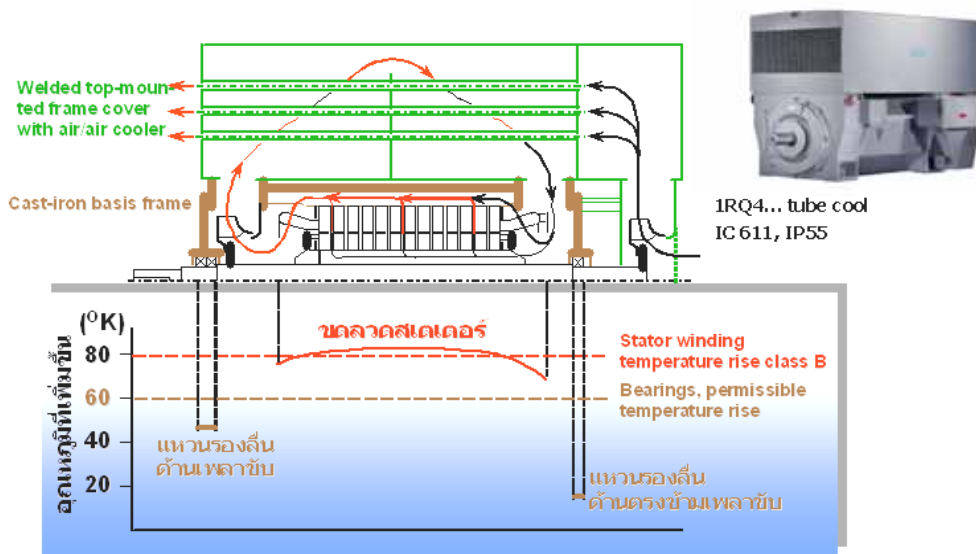
ตามมาตรฐาน IEC มอเตอร์ จะออกแบบขดลวดเป็นแบบชนิด Class F Utilization to Class B หมายความว่า ขดลวดที่สเตเตอร์ได้ถูกออกแบบโดยใช้จำนวนเป็นแบบชนิด Class F ซึ่งตามมาตรฐานจะต้องสามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 155°C Utilization to Class B หมายความว่า การนำมาใช้งานที่กำลังพิกัด จะยินยอมให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิแวดล้อมต้องไม่เกิน Class B = 80°C หรืออีกนัยหนึ่ง หมายความว่า อุณหภูมิของขดลวดเมื่อนำไปใช้งานที่กำลังพิกัด (Rated power output) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น จากอุณหภูมิแวดล้อมต้องไม่เกิน 80°C

ตามมาตรฐาน IEC มอเตอร์ จะออกแบบและทดสอบมาให้ ใช้งาน ณ. อุณหภูมิแวดล้อม 40°C ดังนั้น อุณหภูมิที่ขดลวดจะมีอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน $40^{\circ}\text{C} + 80^{\circ} = 120^{\circ}\text{C}$ โดยเฉลี่ย หรืออ้างอิงตามมาตรฐาน IEC ในแต่ละจุดที่ขดลวดสเตเตอร์ อาจจะยินยอมให้มี Hot spot หรือ tolerance ได้ 10°K

จากรูปอุณหภูมิที่ขดลวดสเตเตอร์อาจจะมีบางจุด อุณหภูมิอาจจะสูงเกินได้แต่ต้องไม่เกิน 10°K ในบางจุดได้ หรือ $40 + 80 + 10 = 130^{\circ}\text{C}$ ได้ ทั้งนี้หากนำไปใช้งาน ณ. อุณหภูมิแวดล้อม 50°C อุณหภูมิที่ขดลวดจะมีอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน $50 + 80 = 130^{\circ}\text{C}$ หรือมี Hot spot ที่ขดลวด ไม่เกิน 130°C

เนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้ ออกแบบการระบายความร้อนโดยมีพัดลมติดกับแกนเพลาด้านตรงข้ามเพลาชับ ทำหน้าที่ดูดลมเย็นจากทางด้านหลัง ผ่านไปยังครีบริบายความร้อน โดยมีครีบริบายเป็นตัวยุช่วยเพิ่มพื้นที่ผิว การระบายความร้อนโดยวิธีการนำพาความร้อนออกไป (IC411) จึงทำให้อุณหภูมิที่ แหวนรองลื่นด้านตรงข้ามเพลาชับ (Non Drives End) จะมีอุณหภูมิไม่สูงมากนัก อันเนื่องมาจากติดตั้งอยู่ใกล้กับพัดลมระบายความร้อน และโดนลมเย็นระบายความร้อนมากที่สุด

ตามมาตรฐาน การออกแบบจากทางโรงงานผู้ผลิตชั้นนำ จะมีอุณหภูมิ เพิ่มขึ้นโดยประมาณ 30°K หรือ อีกนัยหนึ่งหากวัดอุณหภูมิที่แหวนรองลื่นด้านตรงข้ามเพลาชับ $40 + 30 = 70^{\circ}\text{C}$ ในท่านองกลับกันอุณหภูมิที่แหวนรองลื่นด้านเพลาชับ หากดูทิศทางการระบายความร้อนจะเห็นว่าไม่มีส่วนของลมเย็นมาปะทะ ให้นำพาความร้อนออกไปได้โดยตรงเหมือน แหวนรองลื่นด้านตรงข้ามเพลาชับ จึงทำให้เกิดความร้อนสะสมมีมากกว่าตามรูป จะเกิดอุณหภูมิ เพิ่มขึ้นโดยประมาณ 45°K หรือ $40 + 45 = 85^{\circ}\text{C}$ อย่างไรก็ตาม โดยมาตรฐานการออกแบบของผู้ผลิตแหวนรองลื่น (Bearing) สามารถจะทนอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 60°K หรือ $40 + 60 = 100^{\circ}\text{C}$ จึงไม่น่าจะมีปัญหาประการใด หากอุณหภูมิสูงไม่เกินพิกัดมาตรฐานผู้ผลิตแหวนรองลื่น



รูปที่ 6 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ณ.ตำแหน่งจุดต่างๆ ที่ตัวมอเตอร์

รูปที่ 6 เป็นการอธิบายอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ณ.ตำแหน่งจุดต่างๆ ที่ตัวมอเตอร์ จากรูปอาจจะไม่ค่อยคุ้นตากับมอเตอร์ชนิดนี้มากนัก เพราะเป็นการระบายความร้อนแบบ IC 611 จะเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่กว่า 1,000 kW เสียเป็นส่วนใหญ่

เนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้ ออกแบบการระบายความร้อนโดยมีพัดลมติดกับแกนเพลลา ด้านตรงข้ามเพลลาขับ ทำหน้าที่ดูดลมเย็นจากทางด้านหลัง ผ่านไปยังท่อระบายความร้อน โดยวิธีการนำพา (IC611) จึงทำให้อุณหภูมิที่ แวนรองล้นด้านตรงข้ามเพลลาขับ (Non Drives End) จะมีอุณหภูมิไม่สูงมากนัก อันเนื่องมาจากติดตั้งอยู่ใกล้กับพัดลมระบายความร้อน และโดนลมเย็นระบายความร้อนมากที่สุด จากมาตรฐาน การออกแบบจากทางโรงงาน ผู้ผลิตชั้นนำจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยประมาณ 18°K หรือ $40^{\circ} + 18^{\circ} = 58^{\circ}\text{C}$

จากรูปแวนรองล้นด้านเพลลาขับ หากดูทิศทางการระบายความร้อนจะเห็นว่าไม่มีส่วนของลมเย็นมาปะทะ ให้นำพาความร้อนออกไปได้โดยตรงเหมือน แวนรองล้นด้านตรงข้ามเพลลาขับ จึงทำให้เกิดความร้อนสะสมมากกว่า จะเห็นว่า เกิดอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยประมาณ 48°K หรือ $40^{\circ} + 48^{\circ} = 88^{\circ}\text{C}$

อนึ่งในบางกรณี หากนำมอเตอร์ไปใช้ที่อุณหภูมิแวดล้อมต่ำกว่าที่ออกแบบไว้ หรือ นำมอเตอร์ไปขับโหลดที่ต่ำกว่ากำลังพิกัด อุณหภูมิที่ขดลวดจะต้องต่ำกว่าที่ออกแบบไว้ ส่วนที่แวนรองล้นจะลดลงบ้างอาจจะไม่มากนัก หากนำมอเตอร์ไปใช้งานที่ความเร็วรอบต่ำกว่ามาตรฐานที่ออกแบบไว้ อาจจะทำให้การระบายความร้อนได้ไม่ดีเท่าที่ควร แต่ไม่ควรจะสูงกว่าที่ได้ออกแบบไว้ตามมาตรฐานการผลิต

กรณีการนำมอเตอร์ไปใช้กับ VSD

ในกรณีที่นำมอเตอร์ไปใช้กับอุปกรณ์การปรับความเร็วรอบ (VSD) หากนำมอเตอร์ไปใช้งานที่ความเร็วรอบต่ำกว่ามาตรฐานที่ออกแบบไว้ จะทำให้พัดลมด้านตรงข้ามเพลลาขับหมุนช้าตามไปด้วย ทำให้การระบายความร้อนจะทำงานได้ไม่ ดีเท่าที่ควรอันอาจทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนเกินพิกัด ดังนั้น หากนำมอเตอร์มาตรฐานโดยทั่วไป IC611 หรือ IC411 ไปใช้กับอุปกรณ์ การปรับความเร็วรอบ (VSD) เมื่อลดความเร็วรอบมอเตอร์ลง กระแสของมอเตอร์จะต้องลดลง เพราะกระแสไฟจะทำให้ความร้อนสะสมที่ขดลวดมอเตอร์สูงเกินพิกัดอันเนื่องมาจากการระบายความร้อนที่พัดลมระบายความร้อนหมุนช้าลงนั่นเอง ทั้งนี้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะต้องไม่สูงกว่าที่ได้ออกแบบไว้ตามมาตรฐานการผลิตของมอเตอร์ตั้งที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ดังนั้น การนำมอเตอร์มาตรฐานโดยทั่วไป ไปใช้กับอุปกรณ์การปรับความเร็วรอบ (VSD) สามารถนำไปใช้ได้กับโหลดประเภท พัดลม หรือปั้มน้ำ ซึ่งโหลดชนิดนี้จะกินกระแสลดลงเมื่อความเร็วรอบลดต่ำลง แต่หากนำไปใช้กับโหลดประเภทอื่นๆ เช่น เครื่องบด เครื่องอัด สายพานลำเลียง ลิฟยกของ ซึ่งโหลดชนิดนี้อาจจะกินกระแสเท่าเดิม หรือลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อความเร็วรอบลดต่ำลง อาจส่งผลให้มอเตอร์ร้อนเกินจนกระทั่งเกิดความเสียหายได้ในที่สุด



มอเตอร์ฉนวน Class H

ด้วยเหตุผลของฉนวน Class H ซึ่งสามารถทนความร้อนได้สูงถึง 180 °C ทำให้ขดลวดสามารถรองรับกระแสได้มาก ขึ้น หรือสามารถขับโหลดได้มากขึ้นในขณะที่ตัวยังเท่าเดิมหรืออีกนัยหนึ่งก็คือมอเตอร์มันจะร้อนขึ้นจะเป็นไรไป ในเมื่อฉนวนสามารถทนความร้อนได้สูงขึ้นทำให้สามารถออกแบบมอเตอร์ได้ตัวเล็กลงให้กำลังมากขึ้นกินพื้นที่ลดลง น้ำหนักก็ลดลงด้วยดังนั้นหากเจอมอเตอร์ฉนวน Class H ร้อนกว่าปกติก็ไม่ต้องตกใจมันเป็นเรื่องธรรมชาติ

ปัจจุบันมีผู้ผลิตหลายรายได้นำฉนวน Class H มาใช้กับมอเตอร์โดยเฉพาะมอเตอร์ DC หรือ SEVO หรือ Induction Motor มอเตอร์ฟัดดูเหมือนจะดีแต่มันมีเหตุผลของการนำมาใช้เพราะต้องการประหยัดพื้นที่ และลดต้นทุนเรื่องโครงสร้าง แต่อาจจะไปแพงที่ชนิดของฉนวน แถมยังพวงท้ายมาด้วยขดขาย Class H ซึ่งสามารถทนความร้อนได้สูงขึ้น

ในการออกแบบ และนำมาใช้งานที่ถูกต้อง มอเตอร์ฉนวน Class H จะนำมาใช้กับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิแวดล้อมสูงกว่าปกติ เช่นในโรงหลอมเหล็ก หรือมอเตอร์ที่จำเป็นต้องสตาร์ทเป็นเวลานาน ทำให้อุณหภูมิตอนเริ่มหมุนสูงมากจนมอเตอร์ฉนวน Class F ไม่สามารถจะทนได้ จึงนับเป็นการเลือกใช้งานที่ถูกต้อง เพราะราคามอเตอร์ Class H แบบ Induction จะมีราคาสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ Class F ส่วนมอเตอร์แบบ DC หรือ SEVO อาจจะเนื่องมาจากข้อจำกัดของพื้นที่ในการติดตั้ง ที่ติดมากับเครื่องจักรที่ต้องการความเล็ก และเบา และการออกตัวที่รวดเร็ว หรือลักษณะงานที่ต้องการการเปลี่ยนความเร็วรอบอย่างรวดเร็ว (high dynamics) จึงจำเป็นต้องใช้ Class H ประกอบกับราคาไม่แตกต่างกันมาก เพราะตัวไม่ใหญ่มากนัก เป็นต้น



อีกตัวอย่างของมอเตอร์ฉนวนพิเศษคือ *smoke and heat extraction motors* เป็นมอเตอร์ที่ออกแบบให้ฉนวนมีความสามารถทนความร้อนได้เป็นกรณีพิเศษโดยเฉพาะ ปัจจุบันมีการนำมาใช้งานกับพัดลม ในระบบระบายอากาศซึ่งสามารถทำงานได้ทั้งในสภาวะปกติ และในสภาวะเกิดเพลิงไหม้ เพื่อทำหน้าที่ลดประมาณควัน และความร้อนภายในตัวตึกเมื่อเกิดเพลิงไหม้ เช่น ในปัจจุบันอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินในกรุงเทพฯ ก็มีการนำมาใช้งาน หรือในตึกสูง หรือในพื้นที่เสี่ยงอัคคีภัย

การทำงานในขณะเกิดเพลิงไหม้ มอเตอร์จะต้องสามารถทำงานในขณะที่มีควันไฟ และมีอุณหภูมิสูงได้ จึงมีการกำหนดมาตรฐานที่แตกต่างออกไปจากมอเตอร์ธรรมดา เช่น มาตรฐาน F200=200 °C, F300=300 °C, F400=400 °C ซึ่งต้องทนความร้อนได้นานกว่า 120 นาที เป็นต้น

