ฉบับภาษาไทย

ULTIMHEAT® MUSEUM

Jacques Jumeau

เทคโนโลยีของส่วนประกอบทีใช้ในการทำความร้อน

บททีี 12

การนำอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่นมาใช้งานครั้งแรกเชิงเทคนิค

ลิขสิทธิ์: Jacques Jumeau
อนุญาตให้คัดลอกได้หากคุณอ้างอิงทีมา: พิพิธภัณฑ์ Ultimheat

การนำอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่นมาใช้งานครั้งแรกเชิงเทคนิค

ตอนที่หนึ่ง:
การทดสอบการทำความร้อนซ้ำต่าง ๆ

1. อะไรคือความแตกต่างระหว่างแจ็คเก็ตและผ้าห่มทำความร้อนในอุตสาหกรรมและผ้าห่มทำความร้อนในบ้าน

คำศัพท์:

- เครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตในอุตสาหกรรมมีระบบจับยึดติดกับผนังของภาชนะในแนวตั้ง
- เครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มในอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์เพื่อวางบนพื้นผิวแนวนอน มันไม่ได้มีสายรัด แต่มีเพียงแหวนรอบขอบเพื่อให้สามารถยึดได้

นี่เป็นข้อแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองนี้เท่านั้น
แม้ว่าอุปกรณ์เหล่านี้จะดูเหมือนผ้าห่มทำความร้อนในครัวเรือน แต่การออกแบบและประสิทธิภาพของอุปกรณ์นั้นซับซ้อนกว่าและเทคโนโลยีของพวกมันก็ซับซ้อนกว่ามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเราจะเห็นจุดต่าง ๆ ต่อไปนี้ว่ามันแตกต่างกันอย่างไร:

1 / - ช่วงอุณหภูมิการทำงานที่กว้างกว่า ตั้งแต่ -40 ถึง +120 C (และสูงถึง 200°C สำหรับบางรุ่น) แทนที่จะเป็น +20 ถึง +50°C

2 / - ระยะห่างที่แน่นกว่าของเครือข่ายลวดทำความร้อน (20 มม. แทนที่จะเป็น 50 ถึง 70 มม.) ให้ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิที่ดีขึ้นและหลีกเลี่ยงความร้อนสูงเกินท้องถิ่นหากการถ่ายเทความร้อนไม่ดี

3 / ช่วงพลังงานที่สูงกว่า: 50 ถึง 150 วัตต์ ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นพลังงานที่พื้นผิวตั้งแต่ 0.04 วัตต์/ซม.² ถึง 0.06 วัตต์/ซม.²สำหรับผ้าห่มในบ้านเมื่อเทียบกับ 140 ถึง 4400 วัตต์ ตั้งแต่ 0.05 วัตต์/ซม.² ถึง 0.135 วัตต์/ซม.² สำหรับผ้าคลุมและเสื้อโค้ตอุตสาหกรรม

4 / ฉนวนกันความร้อนที่ดีเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนสู่ข้างนอกและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์เหล่านั้น

5 / การออกแบบฉนวนกันความร้อนและไฟฟ้าที่ทนต่อความร้อน การดูดซึมน้ำและทนต่อแรงฉีดน้ำ (IP65) ซึ่งแทบจะไม่ประสบความสำเร็จในรุ่นในบ้านส่วนใหญ่

6 / ความต้านทานฉนวนไฟฟ้าอย่างน้อย 10 เท่าสูงกว่าผ้าห่มในประเทศ

7 / การต่อลงกราวด์โดยการถักเปียโลหะภายนอกสายไฟทำความร้อนสร้างการป้องกันเชิงกลและสร้างความมั่นใจในการต่อสายดินในกรณีที่มีการเจาะหรือลัดวงจร การป้องกันนี้ไม่มีอยู่ในผ้าห่มในบ้าน

8 / การป้องกันความร้อนของอุณหภูมิพื้นผิวด้วยการกระทำที่คาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อป้องกันไม่ให้ผนังมีความร้อนสูงเกินไปเพื่ออนุญาตให้ใช้กับภาชนะที่ทำจากแก้ว พลาสติกหรือโลหะได้

9 / ยึดกับภาชนะบรรจุโดยใช้สายรัดและห่วงนิรภัยเพื่อการยึดแน่นที่มีประสิทธิภาพง่ายต่อการปรับและการรวมปล่องอ่อนด้านบนเพื่อให้แน่ใจว่าอยู่ในตำแหน่งโดยไม่ต้องเลื่อน

10 / ความหลากหลายของวิธีการควบคุมอุณหภูมิ:

- การทำความร้อนตามอุณหภูมิภายนอก (ฟังก์ชั่นป้องกันการแข็งตัว)
- การทำความร้อนตามอุณหภูมิพื้นผิวของถัง
- การทำความร้อนตามอุณหภูมิที่อยู่ตรงกลางของปริมาตรของผลิตภัณฑ์ที่จะให้ความร้อน (เพื่อใช้นอกเหนือไปจากการทำความร้อนตามอุณหภูมิพื้นผิว

ระบบควบคุมอุณหภูมิเหล่านี้ในรุ่นอิเล็กทรอนิกส์รับรองว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมโดยไม่ร้อนเกินไป

11 / อุปกรณ์เสริมที่หลากหลาย: ฝาครอบฉนวน ฉนวนความร้อนจากพื้นดิน เครื่องกวนแบบปรับความเร็วได้, GFCI

2. ตัวแปรที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับระยะเวลาของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ

คำถามที่พบบ่อยที่สุดที่ผู้ใช้ถามคือ: «ผ้าห่มของคุณใช้เวลานานเท่าใดในการทำความร้อนถังโอ่งหรือภาชนะของฉัน»

ในการตอบคำถามนี้จะต้องมีการศึกษาตัวแปรจำนวนหนึ่งและตัวแปรหลักคือ:

- ปริมาตรรวมที่จะทำความร้อน

สำหรับพลังงานที่กำหนด ปริมาตรมากจะร้อนช้ากว่าปริมาตรน้อย

- พลังงานทั้งหมดที่ใช้

พลังงานที่สูงกว่าปกติจะทำให้ร้อนขึ้นเร็วกว่า

- การกระจายพลังงาน

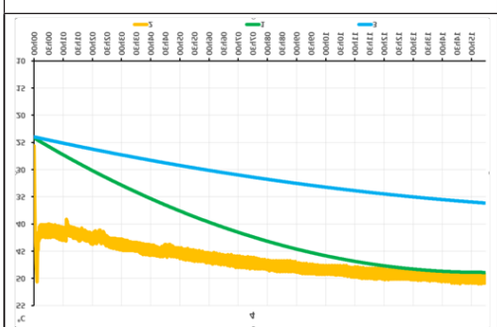
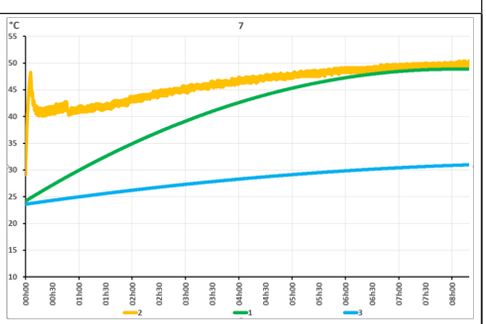
ความร้อนที่กระจายไปทั่วทั้งมวลหรือบนผนังทั้งหมดจะร้อนขึ้น**เร็วกว่า**ความร้อนที่ตั้งอยู่บนพื้นผิวเล็ก ๆ ของถัง

- ค่าการนำความร้อนของของเหลว
ยิ่งการนำความร้อนของของเหลวสูงขึ้นเท่าไหร่ความร้อนก็จะถูกส่งไปยังมวลทั้งหมดเร็วขึ้น
- ความจุความร้อนของของเหลว
เนื่องจากความจุความร้อนหมายถึงพลังงานที่จะต้องนำไปใช้กับมวลของของเหลวเพื่อให้ความร้อนของเหลว ของเหลวที่มีความจุความร้อนต่ำ (ตัวอย่างเช่นน้ำมัน) จะร้อนขึ้นด้วยพลังงานเท่ากันเร็วกว่าของเหลงที่มีความจุความร้อนสูงเช่นน้ำ)
- ความหนืดจลนศาสตร์ (ν) ของของเหลว
ยิ่งของเหลวมีความหนืดมากขึ้นจะมีกระแสพาความร้อนน้อยลง ดังนั้นพลังงานความร้อนจึงถูกส่งช้ากว่า ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ผสมสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดและมีความนำไฟฟ้าต่ำ
- ฉนวนกันความร้อน
โดยการกำจัดการสูญเสียความร้อนออกสู่ภายนอก พลังงานความร้อนจะกระจุกตัวอยู่ที่ถัง ถังหุ้มฉนวนจะร้อนเร็วขึ้น การเพิ่มที่ครอบและฐานฉนวนยังช่วยลดเวลาในการทำความร้อนได้อีกด้วย
- อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์และแน่นอนอุณหภูมิที่ต้องการ ยิ่งความแตกต่างระหว่างทั้งสองมากเท่าไหร่เวลาในการทำความร้อนก็จะนานขึ้นเท่านั้น
- ประเภทของการควบคุมอุณหภูมิ:
การควบคุมอุณหภูมิสามารถลดพลังงานที่ส่งไปยังถังใกล้กับจุดที่ตั้งไว้ (การควบคุมแบบ PID) และทำให้การทำความร้อนช้าลง แต่จะหยุดการทำความร้อนสูงเกินไป การควบคุมการเปิด-ปิดจะไม่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น แต่อาจทำให้เกิดความร้อนสูงเกินไป ในกรณีส่วนใหญ่และเนื่องจากการควบคุมจะทำตามอุณหภูมิของผนัง การควบคุมที่ดีที่สุดจะเป็นแบบเปิด-ปิดพร้อมกับความคาดหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางตำแหน่งของเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ไม่ดี ตัวอย่างเช่นในช่วงกลางของของเหลวอุ่นจะเพิ่มความเสี่ยงของความร้อนสูงเกินไปของผนังเนื่องจากเวลาที่ใช้พลังงานความร้อนไปถึงศูนย์กลางของภาชนะ
- อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมรับได้บนผนัง:
ตัวจำกัดความปลอดภัยจากความร้อนที่ติดตั้งในผ้าห่มทำความร้อนจะจำกัด อุณหภูมิที่องค์ประกอบการทำความร้อนสามารถทำได้หรือผนังของภาชนะบรรจุเพื่อป้องกันการถูกทำลายโดยความร้อนสูงเกินไป ข้อจำกัดนี้สามารถเพิ่มระยะเวลาของการทำความร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการแลกเปลี่ยนความร้อนกับของเหลวไม่ดีเนื่องจากการนำความร้อนของผนังของภาชนะบรรจุที่ของของเหลวหรือความหนืดของมัน
- ประเภทของความร้อน:
สามารถสร้างความร้อนตามซัพพลายเออร์โดยการนำ โดยรังสีและแม้กระทั่งโดยการเหนี่ยวนำ
วิธีการนำความร้อนเป็นวิธีที่พบได้บ่อยและประหยัดที่สุด
- วัสดุของผนังของภาชนะบรรจุ:
ถังและถังโอ่งอาจเป็นโลหะได้เช่นเหล็กทาสีหรือเหล็กสแตนเลส แม้ว่าวัสดุเหล่านี้จะมีค่าการนำความร้อนแตกต่างกัน แต่วัสดุเหล่านี้สามารถทนอุณหภูมิพื้นผิวได้สูงกว่า 100°C
มีถังและภาชนะบรรจุที่ทำจากวัสดุเทอร์โมพลาสติกที่ได้จากการขึ้นรูปแบบต่าง ๆ มากขึ้นเรื่อย ๆ แต่สิ่งที่เหมือนกันของทุกแบบคือพวกมันจะนิ่มลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ที่พบมากที่สุดในถัง ถังโอ่ง และ IBCs สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมคือ HDPE (โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง) ซึ่งมักจะให้ที่อุณหภูมิสูงสุด 80°C แต่ยังโพรพิลีน โพลีอะมายด์ PBT และเทอร์โมพลาสติกอื่น ๆ ตามกฎทั่วไปสำหรับภาชนะพลาสติกอุณหภูมิพื้นผิวจะต้องไม่เกิน 70°C และ 50°C สำหรับขวดแก้ว
- การเข้าถึงพื้นผิวของภาชนะบรรจุ:
สถานการณ์กรณีที่ดีที่สุดคือเมื่อผ้าห่มทำความร้อนสัมผัสโดยตรงกับผนังภาชนะ กรณีที่เลวร้ายที่สุดเกิดขึ้นเมื่อมีชั้นของอากาศระหว่างผนังของฝาครอบและผนังของภาชนะ การกำหนดค่าหลังนี้ส่วนใหญ่มักพบใน IBCs เนื่องจากมักถูกเสริมด้วยกรงโลหะภายนอกที่ป้องกันการสัมผัสโดยตรงกับผนัง
- ระดับความร้อนระหว่างจุดศูนย์กลางและด้านล่างของถัง:
ระดับความร้อนนี้อาจสูงถึง 20°C และอุณหภูมิมักจะ 15 ถึง 17°C ต่ำกว่าที่ด้านล่างของถังในกรณีของถังโอ่งโลหะขนาด 55 แกลลอนที่ร้อนระหว่าง 80 และ 100°C โดยไม่ต้องผสม เมื่อวางภาชนะโลหะบนพื้นดินโดยไม่มีฉนวนกันความร้อนของดินความแตกต่างนี้จะเพิ่มขึ้นหลายองศา
- ระดับความร้อนระหว่างอุณหภูมิผนังของผ้าห่มทำความร้อนและกึ่งกลางของถัง:
ระดับความร้อนนี้เป็นฟังก์ชั่นของการนำไฟฟ้าของผนังถัง การนำความร้อนของ

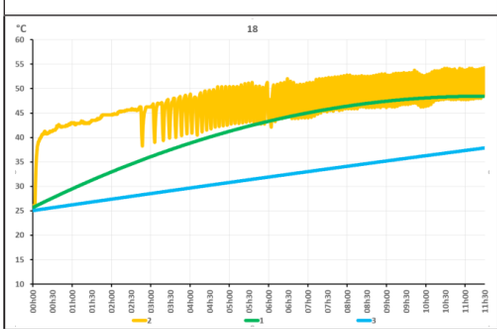
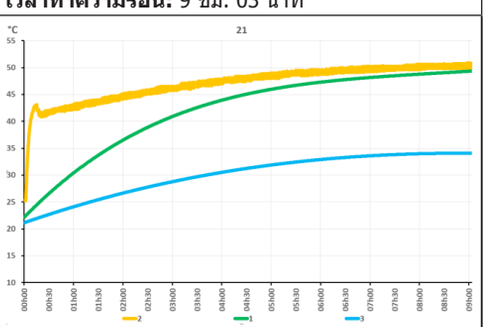
ของเหลวและเวลาทำความร้อนหรือเวลาในการบำรุงรักษาอุณหภูมิและกระแสการพาความร้อนในของเหลว ในกรณีที่ไม่มีตัวกวนหรือการควบคุมอุณหภูมิที่ถูกต้องในใจกลางของของเหลวความแตกต่างที่ 10 ถึง 30°C จะเห็นได้ทั่วไป นี่คือเหตุผลที่เราทำการทดสอบบางอย่างกับเครื่องกวน การควบคุมตามอุณหภูมิในศูนย์กลางทำให้สามารถหยุดวงจรการอุ่นใหม่เมื่อผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิที่ตรงกับอุณภูมิในศูนย์กลาง แต่ไม่สามารถทดแทนการอุ่นใหม่ตามอุณหภูมิของผนังได้

3. ตัวอย่างเวลาที่ใช้ในการทำความร้อนตู้คอนเทนเนอร์โดยทั่วไปในการกำหนดค่าที่แตกต่างกัน

3-1 กับบรรจุภัณฑ์พลาสติกขนาดเล็ก

ของเหลว: น้ำ **ภาชนะ:** ถังพลาสติก HDPE 20 ลิตร **ไฟฟ้า:** 150 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.05 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 60°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 60°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน:** 15 ชม. 29 นาที	**ของเหลว:** น้ำมันไฮดรอลิก HF 24-6 **ภาชนะ:** ถังพลาสติก HDPE 20 ลิตร **พลังงาน:** 150 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.05 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 60°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 60°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน:** 8 ชม. 19 นาที
	

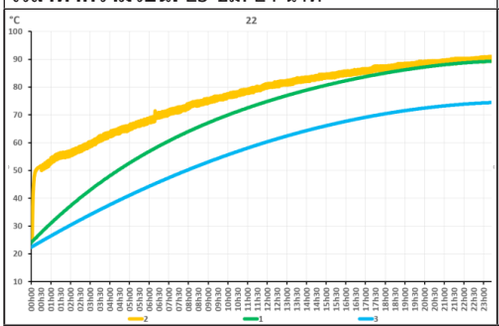
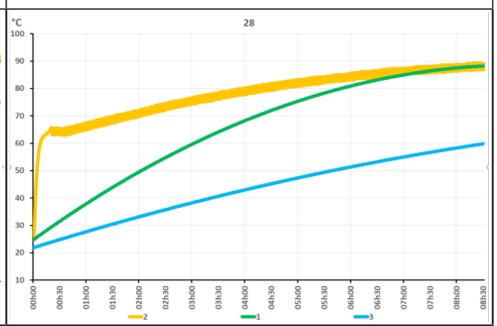
1: อุณหภูมิของของเหลวทีถึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
2: อุณหภูมิเฉลียวัดที 5 จุดจากผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อน
3: อุณหภูมิของเหลวอยู่ตรงกลาง 50 มม. จากด้านล่าง

ของเหลว: น้ำ **ภาชนะ:** ถังพลาสติก HDPE 60 ลิตร **ไฟฟ้า:** 150 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.05 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 60°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 60°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน:** 11 ชม. 30 นาที	**ของเหลว:** น้ำมันไฮดรอลิก HF 24-6 **ภาชนะ:** ถังพลาสติก HDPE 60 ลิตร **พลังงาน:** 150 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.05 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 60°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 60°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน:** 9 ชม. 03 นาที
	

1 : อุณหภูมิของของเหลวทีถึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
2 : อุณหภูมิเฉลียวัดที 5 จุดจากผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อน
3 : อุณหภูมิของเหลวอยู่ตรงกลาง 50 มม. จากด้านล่าง

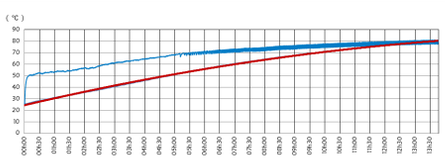
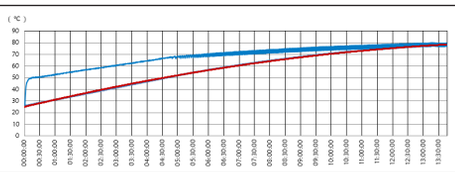
การนำอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่นมาใช้งานครั้งแรกเชิงเทคนิค

3-2 กับภาชนะเหล็ก

ของเหลว: น้ำ **ภาชนะ:** ถังโอ่งเหล็ก 30 แกลลอน (110 ลิตร) **พลังงาน:** 1100 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 100°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที่ 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที่ 25°C หยุดเมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 90°C **เวลาทำความร้อน:** 23 ชม. 24 นาที	**ของเหลว:** น้ำมันไฮดรอลิก HF 24-6 **ภาชนะ:** ถังโอ่งเหล็ก 30 แกลลอน (110 ลิตร) **ไฟฟ้า:** 1100 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 100°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที่ 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที่ 25°C หยุดเมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 90°C **เวลาทำความร้อน:** 8 ชม. 32 นาที
	

1 : อุณหภูมิของของเหลวทีถึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
2 : อุณหภูมิเฉลียวัดที 5 จุดจากผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อน
3 : อุณหภูมิของเหลวอยู่ตรงกลาง 50 มม. จากด้านล่าง

อุบัติการณ์การใช้ฝาฉนวนความร้อนและกัน

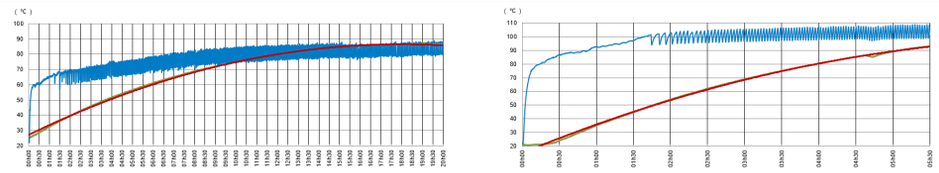
ของเหลว: น้ำ **ภาชนะ:** ถังโอ่งเหล็ก 55 แกลลอน (210 ลิตร) **ไฟฟ้า:** 1500 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 100°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที่ 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที่ 25°C หยุดเมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 90°C **เวลาทำความร้อน:** 13 ชม. 46 นาที **การใช้พลังงาน:** 16.4 กิโลวัตต์	**ของเหลว:** น้ำ **ภาชนะ:** ถังโอ่งเหล็ก 55 แกลลอน (210 ลิตร) **ไฟฟ้า:** 1500 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 100°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที่ 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที่ 25°C หยุดเมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 90°C **เวลาทำความร้อน:** 14 ชม. 54 นาที **การใช้พลังงาน:** 17.5 กิโลวัตต์
	

ในสีแดง: อุณหภูมิของของเหลวทีถึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
ในสีน้ำเงิน: อุณหภูมิเฉลียวัดที 5 จุดจากผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อน

การวิเคราะห์ผลลัพธ์: การใช้ฐานที่มีฉนวนและฝาปิดฉนวนลดเวลาในการทำความร้อน 1 ชั่วโมง 8 นาทีและการใช้พลังงาน 1.1 กิโลวัตต์ กล่าวคือ 6.3%

ความแตกต่างของเวลาการทำความร้อนระหว่างน้ำกับน้ำมัน

ของเหลว: น้ำ **ภาชนะ:** ถังโอ่งเหล็ก 55 แกลลอน (210 ลิตร) **ไฟฟ้า:** 2250 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.135 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 120°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที่ 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที่ 25°C หยุดเมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 95°C **เวลาทำความร้อน:** 13 ชม. 27 นาที **การใช้พลังงาน:** 23.2 กิโลวัตต์	**ของเหลว:** น้ำมันไฮดรอลิก HF 24-6 **ภาชนะ:** ถังโอ่งเหล็ก 55 แกลลอน (210 ลิตร) **ไฟฟ้า:** 2250 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.135 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ **120°C** **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที่ 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที่ 25°C หยุดเมื่อ อุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 95°C **เวลาทำความร้อน:** 5 ชม. 48 นาที **การใช้พลังงาน:** 10.5 กิโลวัตต์

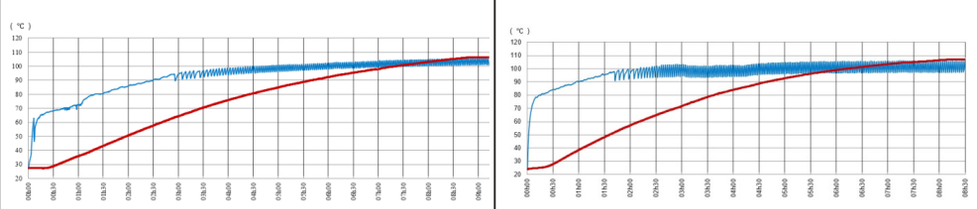


ในสีแดง: อุณหภูมิของของเหลวทีถึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
ในสีน้ำเงิน: อุณหภูมิเฉลียวัดที 5 จุดจากผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อน

การวิเคราะห์ผลลัพธ์: ภายใต้เงื่อนไขของการใช้พลังงานและการปรับแบบเดียวกัน นั้นจะใช้เวลา 807 นาทีเพื่อทำน้ำให้ร้อนและ 348 นาทีเพื่อทำน้ำมันให้ร้อน อัตรา 0.43 การใช้พลังงานจะลดลงที่ อัตรา 0.45

ผลของพลังงานความร้อนต่อเวลาทำความร้อน

ของเหลว: น้ำมันไฮดรอลิก HF 24-6 **ภาชนะ:** ถังโอ่งเหล็ก 55 แกลลอน (210 ลิตร) **ไฟฟ้า:** 1500 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. **ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด** **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 120°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิทีศูนย์กลางของถังถึง 108°C และทรงตัวในช่วงหนึงชัวโมง **เวลาทำความร้อน:** 9 ชม. 14 นาที **การใช้พลังงาน:** 11.7 กิโลวัตต์	**ของเหลว:** น้ำมันไฮดรอลิก HF 24-6 **ภาชนะ: ถังโอ่งเหล็ก 55 แกลลอน (210 ลิตร)** **ไฟฟ้า: 2250 วัตต์ (การโหลดพื้นผิว 0.135 วัตต์/ซม.²)** **ฉนวนกันความร้อน: โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม.** **ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด** **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์: เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้า ตั้งค่าที่**120°C **อุณหภูมิพื้นผิว: จำกัดอยู่ที 135°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย** **เงื่อนไขการทดสอบ: เริ่มต้นที 25°C หยุดเมือ** **อุณหภูมิทีศูนย์กลางของถังถึง** 108°C และทรงตัวในช่วงหนึงชัวโมง **เวลาทำความร้อน: 8 ชม. 32 นาที** **การใช้พลังงาน: 12.7 กิโลวัตต์**



ในสีแดง: อุณหภูมิของของเหลวทีถึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
ในสีน้ำเงิน: อุณหภูมิเฉลียวัดที 5 จุดจากผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อน

การวิเคราะห์ผลลัพธ์: การเพิ่มกำลังไฟจาก 1500 วัตต์เป็น 2250 วัตต์ ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มกำลังไฟ 1.5 เวลาทำความร้อนลดลงจาก 554 เป็น 512 นาทีเพื่อให้ถึงอุณหภูมิเดียวกันที่ 108°C อัตรา 0.92 การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในอัตรา1.085.

ถัง IBC

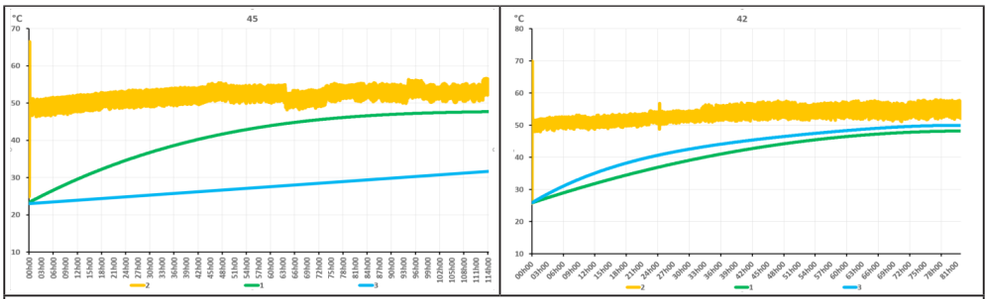
3-3 ขนาด 1,000 ลิตรพร้อมด้วยอ่างเก็บน้ำ HDPE และตะแกรงป้องกันท่อเหล็ก

อิทธิพลของฝาครอบฉนวนและฐานฉนวนต่อเวลาทำความร้อนของ IBC

IBC ใช้เวลานานในการทำความร้อนเป็นพิเศษเนื่องจากนอกเหนือจากภาชนะขนาดใหญ่แล้วเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตไม่ได้สัมผัสกับผนังโดยตรงเนื่องจากกรงป้องกัน เป็นผลให้อากาศไหลเวียนระหว่างกรงและผนังและอากาศร้อนจะอพยพออกจากด้านบนอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเราจึงแนะนำให้ใช้ฝาปิดแบบพันรอบนอกเหนือจากฮูดมาตรฐานเพื่อป้องกันการไหลเวียนของอากาศ ฉนวนที่ดีของฐานเมื่อสามารถวางได้ยังช่วยลดเวลาความร้อนได้ดี

ของเหลว: น้ำ **ภาชนะ:** ภาชนะ HDPE 1,000 ลิตรพร้อมโครงท่อ **ไฟฟ้า:** 4400 วัตต์ ใน 2 โซน (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** ไม่มี **ฐานฉนวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 70°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 80°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิทีศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน:** 121 ชม.	**ของเหลว:** น้ำ **ภาชนะ:** ภาชนะ HDPE 1,000 ลิตรพร้อมโครงท่อ **ไฟฟ้า:** 4400 วัตต์ ใน 2 โซน (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.²) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้า ตั้งค่าที่ 70°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 80°C โดยใช้เทอร์โมสแตท เพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิทีศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน:** 81 ชม. 45 นาที

การนำอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่นมาใช้งานครั้งแรกเชิงเทคนิค



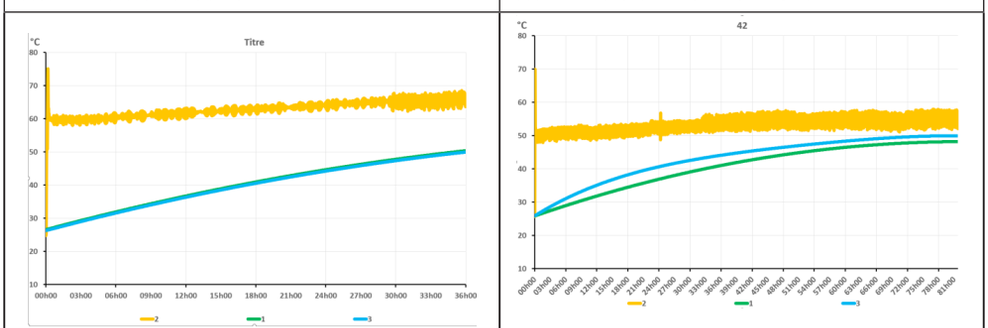
1 : อุณหภูมิของของเหลวทีกึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
2 : อุณหภูมิเฉลียของผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อนวัดที 16 จุด
3 : อุณหภูมิของเหลวอยู่ตรงกลาง 50 มม. จากด้านล่าง

การวิเคราะห์ผลลัพธ์: ฉนวนกันความร้อนของฝาปิดของ IBC ขนาด 1,000 ลิตรให้สามารถลดเวลาทำความร้อนจาก 121 ชั่วโมงเป็น 81.45 ชั่วโมง ประหยัดเวลาได้อย่างมากด้วยอัตรา 0.67

อุปัติการณ์ของการกวนกับเวลาทำความร้อน

การใช้เครื่องกวนเพื่อทำให้เกิดการไหลเวียนของของเหลวที่เย็นกว่าบนผนังจะเพิ่มการแลกเปลี่ยนความร้อน ฝาฉนวนและฐานช่วยให้ใช้ความร้อนได้เต็มที่

ของเหลว: น้ำ **ภาชนะ:** ภาชนะ HDPE 1,000 ลิตรพร้อมโครงท่อ **ไฟฟ้า:** 4400 วัตต์ ใน 2 โซน การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.^{2} **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **เครื่องกวน: มี** **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้าตั้งค่าที่ 70°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 80°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน:** 36 ชม.	**ของเหลว:** น้ำ **ภาชนะ:** ภาชนะ HDPE 1,000 ลิตรพร้อมโครงท่อ **ไฟฟ้า:** 4400 วัตต์ ใน 2 โซน (การโหลดพื้นผิว 0.09 วัตต์/ซม.^{2}) **ฉนวนกันความร้อน:** โฟม NBR-PVC ขนาด 20 มม. ครอบคลุมพื้นผิวทรงกระบอกทั้งหมด **ฝาฉนวน:** มี **ฐานฉนวน:** มี **เครื่องกวน:** ไม่มี **ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์:** เปิดปิดด้วยการตั้งค่าล่วงหน้า ตั้งค่าที่ 70°C **อุณหภูมิพื้นผิว:** จำกัดอยู่ที 80°C โดยใช้เทอร์โมสแตทเพื่อความปลอดภัย **เงื่อนไขการทดสอบ:** เริ่มต้นที 25°C หยุดเมืออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 50°C **เวลาทำความร้อน: 81 ชม. 45 นาที**



1 : อุณหภูมิของของเหลวทีกึงกลางทางเรขาคณิตของถังทีความสูงครึงหนึง
2 :อุณหภูมิเฉลียของผนังด้านในของผ้าห่มทำความร้อนวัดที 16 จุด
3 : อุณหภูมิของเหลวอยู่ตรงกลาง 50 มม. จากด้านล่าง

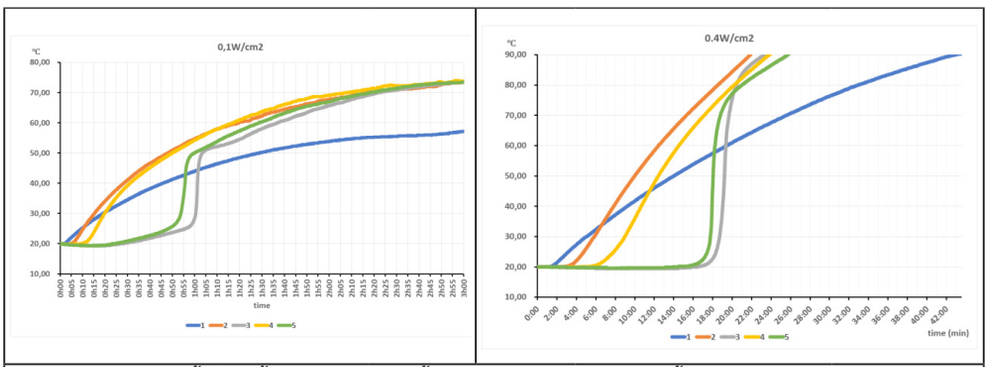
การวิเคราะห์ผลลัพธ์: การเพิ่มฐานฉนวนและเครื่องกวนช่วยลดเวลาในการทำความร้อนได้อย่างมากเนื่องจากจะช่วยลดเวลาจาก 81 ชม. 45 นาทีเป็น 36 ชม.ซึ่งเป็นอัตราที่น่าทึ่งที่ 0.44 เมื่อเปรียบเทียบกับรุ่นที่ไม่มีฝาฉนวน เวลานี้ลดลงจาก 121 ชม. เป็น 36 ชม. ซึ่งเป็นอัตราที่ดีมากที่ 0.3 เราแนะนำให้ใช้อุปกรณ์เสริมเหล่านี้

4. การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำความร้อนสำหรับของเหลวที่แตกต่างกันซึ่งปัจจุบันได้รับความร้อนจากเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตและผ้าห่มไฟฟ้า

อุปกรณ์ทดสอบ

เพื่อให้แนวคิดแก่ผู้ใช้ที่ให้ความร้อนผลิตภัณฑ์เฉพาะเราดำเนินการภายใต้เงื่อนไขการทดสอบที่เหมือนกันการทดสอบเปรียบเทียบโดยการบันทึกเวลาที่จำเป็นและการวิวัฒนาการของอุณหภูมิในระหว่างการให้ความร้อนของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ลิตร จาก 20°C ถึง 90°C (วัดที่ศูนย์กลางเรขาคณิตของถัง)
การทดสอบเหล่านี้ทำขึ้นด้วยค่าพลังงานโหลดบนพื้นผิวที่ต่างกันสองค่าของ: 0.1 วัตต์/ซม.² เนื่องจากเป็นค่าปกติของเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตไฟฟ้าอุตสาหกรรมและ 0.4 วัตต์/ซม.² ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ทำได้ในอุปกรณ์ประเภทนี้
<u>เงื่อนไขการทดสอบ:</u> การทำความร้อนในถังทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 76 มม. สูง 280 มม. กันแบน ทองแดงสีแดงหนา 2 มม. ส่วนทรงกระบอกทั้งหมดที่เต็มไปด้วยผลิตภัณฑ์ (250 มม.) ถูกทำความร้อนด้วยเครื่องทำความร้อนซิลิโคนที่มีความยืดหยุ่น หุ้มฉนวนด้วยโฟม PVC-NBR ขนาด 20 มม. การทำความร้อนทำโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิหรือตัวจำกัดอุณหภูมิเพื่อความปลอดภัย อุณหภูมิโดยรอบอยู่ที่ 20°C ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม การทำสอบหยุดเมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลางของถังถึง 90°C

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ				
ผลิตภัณฑ์	**การนำความร้อน วัตต์/เมตร เคลวิน**	**ความจุความร้อนจำเพาะ (กิโลจูล/กิโลกรัมเคลวิน)**	**ความหนืดจลนศาสตร์ที่ 20°C มม.²/วิ**	**แรงดึงดูดเฉพาะ กก./ม.3**
น้ำ	0.597@20°C	4.182	1.006@20°C	0.998@20°C
น้ำมันมะกอก	0.189@15°C	1.25	91.5@20°C	0.922@20°C
น้ำมันหมู	0.407@25°C	2.1	แข่แข็ง (ละลายระหว่าง 35 และ 42°C)	0.924-0.930:
น้ำมันแร่ ISO VG 680	0.134@40°C	1.99	4000@20°C	0.850
เนย	0.197@46°C	2.3	แข่แข็ง (ละลายระหว่าง 27 และ 32°C)	0.87-0.93:
ด้วยโหลดของพื้นผิว 0.1 วัตต์/ซม.² (60 วัตต์)		**ด้วยโหลดของพื้นผิว 0.4 วัตต์/ซม.² (240 วัตต์)**		



1: น้ำ; **2:** น้ำมันมะกอก; **3:** น้ำมันหมู; **4:** ISO VG 680 น้ำมันแร่; **5 :** เนย

การวิเคราะห์ผลลัพธ์: น้ำมีความจุความร้อนมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ 2 ถึง 4 เท่า จึงต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการอุ่นและทำให้ความร้อนได้ช้ากว่ามาก ผลิตภัณฑ์ที่แข่แข็งที่อุณหภูมิห้อง (เนย ไขมันสัตว์) จะเก็บส่วนที่เย็นเป็นเวลานานเนื่องจากขาดกระแสพาความร้อนก่อนที่จะไปถึงอุณหภูมิของน้ำมันอื่น ๆ อย่างรวดเร็วเมื่อกลายเป็นของเหลว

5. สมดุลพลังงาน

ความร้อนจาก 25 ถึง 80°C ถังขนาด 55 แกลลอน (220 ลิตร) ด้วยเครื่องทำความร้อนไฟฟ้า 1500 วัตต์การคำนวณเชิงทฤษฎีโดยไม่สูญเสียความร้อนจะได้เวลา 9 ชั่วโมง 23 นาทีและใช้พลังงาน 14 กิโลวัตต์
เกี่ยวกับสมดุลพลังงานที่แท้จริงมีการสูญเสียต่อสภาพแวดล้อมภายนอกซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของฉนวนกันความร้อน ในกรณีของการทดสอบของเราฉนวนกันความร้อนทำจากโฟม NBR-PVC ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของฉนวน≤0.036 วัตต์/เมตรเคลวิน
สำหรับถังโอ่งขนาด 55 แกลลอน (220 ล.) ที่มีฉนวนกันความร้อนทุกด้านจะวัดค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานโดยรวม 16 ถึง 17 กิโลวัตต์สำหรับการทำน้ำให้ร้อนอีกครั้ง พลังงานที่ได้นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 88%
ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันเวลาที่วัดได้จะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 13 ชั่วโมง 45 นาทีถึง 14 ชั่วโมง นี่คือ 1.5 เท่า ของเวลาตามทฤษฎี
เวลาการทำความร้อนจะนานขึ้นตามสภาพการถ่ายเทความร้อนระหว่างผ้าห่มและผลิตภัณฑ์ที่จะทำความร้อนและโดยการทำให้อุณหภูมิเท่ากันทั้งหมดในภาชนะซึ่งอาจใช้เวลานานเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างด้านล่างและส่วนบนอาจสูงถึง 25 ถึง 30°C ในช่วงระยะเวลาการทำความร้อน
ระบบการทำให้อุณหภูมิเท่ากันทั้งหมดเช่นเครื่องกวนจะช่วยลดเวลาการทำความร้อนแต่ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นนอกเหนือไปจากการทำความร้อน

ตอนที่สอง :
ลักษณพิเศษสำหรับการก่อสร้างและการตรวจสอบประสิทธิภาพ

1. การทดสอบ IP (ความต้านทานต่อน้ำเข้า)

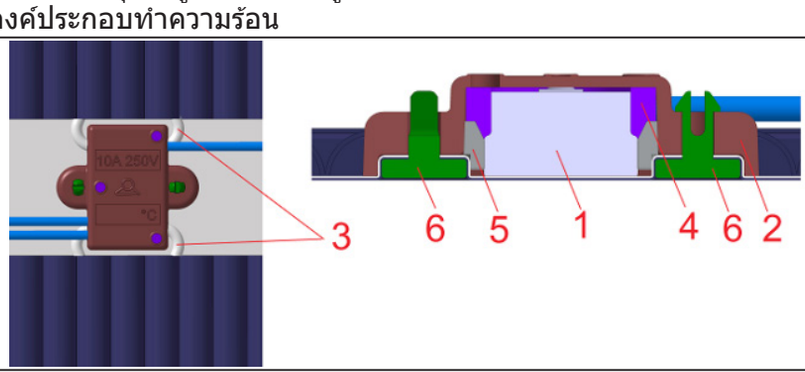
การป้องกันน้ำเข้าเป็นตัวแปรที่สำคัญของผ้าห่มทำความร้อนอุตสาหกรรมและเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตซึ่งอาจมีการสัมผัสและประมาณการต่าง ๆ ทุกอย่างในการออกแบบอุปกรณ์เหล่านี้ถูกนำไปใช้เพื่อดำเนินการต่อเพื่อให้แน่ใจว่าการปกป้องผู้ใช้ในสภาวะที่เลวร้ายที่สุด ในส่วนของการทำความร้อน การเชื่อมต่อไฟฟ้าระหว่างสายเคเบิลทำความร้อน ตัวนำสำหรับการเชื่อมต่อ เทอร์โมสแตท ตัวจำกัด ตัวเชื่อมต่อและส่วนประกอบอื่น ๆ จะถูกปิดผนึกกันน้ำและเป็นไปตามการจำแนกประเภท IP66 กล่องควบคุมและเชื่อมต่อที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้จะอยู่ในประเภท IP69K อย่างไรก็ตามถึงแม้ผ้าที่ใช้จะกันน้ำได้ถึงแม้ว่าซิปจะกันน้ำ แต่การแทรกซึมของน้ำในโซนทำความร้อนก็อาจเกิดขึ้นได้ แต่ส่วนใหญ่มักจะผ่านตะเข็บ เนื่องจากการเดินสายไฟภายในของส่วนนี้จะกันน้ำ การซึมผ่านของน้ำนี้จึงไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์

การทดสอบ IPx6 ของเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ต

การวัดความต้านทานของฉนวนหลังการทดสอบ IPx6

2. ตัวจำกัดความร้อนและอุณหภูมิ อุณหภูมิผนังสูงสุดและการใช้กับภาชนะเปล่า

หนึ่งในเงื่อนไขของการใช้งานที่สำคัญของผ้าห่มทำความร้อนที่มีความยืดหยุ่นทางอุตสาหกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับการใช้งานกับภาชนะบรรจุเต็ม แต่ยังมีภาชนะบรรจุที่ว่างเปล่าบางส่วนหรือทั้งภาชนะด้วยเช่นกัน เมื่อตัวจำกัดอุณหภูมิสัมผัสกับผนังด้านหลังซึ่งไม่มีของเหลวใด ๆ หรือเมื่อไม่สัมผัสกับพื้นผิวที่ผ้าห่มทำความร้อนสามารถแลกเปลี่ยนความร้อนได้ มันต้องตอบสนองต่อการทำความร้อนองค์ประกอบทำความร้อนที่สูงเกินไป ด้วยเหตุนี้มันจึงสัมผัสกับพวกมันด้วยลวดทำความร้อนสองวงผ่านทางเซมิคอนดักเตอร์ความร้อนที่มีความยืดหยุ่นที่จดสิทธิบัตร จากนั้นระบบนี้จะปิดการทำความร้อนเมื่ออุณหภูมิในท้องถิ่นสูงเกินไปจากนั้นจะ จำกัดปริมาณพลังงานที่จ่ายให้กับองค์ประกอบทำความร้อน

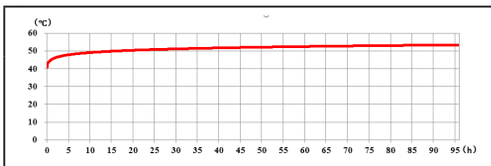


1 : ตัวจำกัด 2 : ผนังปิดล้อม PA66 3 : วงลวดทำความร้อน
4 : เรซินเติมเต็ม 5 : เซมิคอนดักเตอร์ความร้อน 6 : คลิปสำหรับยึดพื้นผิวผ้า

3. การทดสอบสำหรับฉนวนถาวรและอุณหภูมิสูงสุด ของโฟมฉนวนการวัดอัตราการหดตัวหลังการทำความร้อน การทดสอบการกู้คืนน้ำหลังจากการทำความร้อน

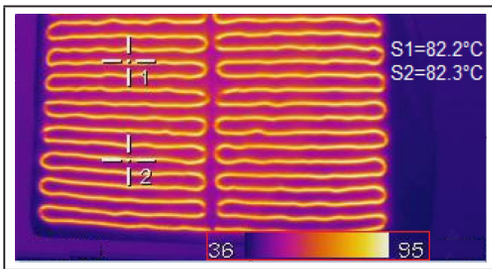
การเลือกฉนวนกันความร้อนที่มีประสิทธิภาพในช่วงอุณหภูมิของเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มและแบบแจ็คเก็ตจะช่วยกำจัดฉนวนความร้อนส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในตลาด:
- ใยแก้ว ฉนวนใยหิน ใยเซรามิคเนื่องจากการซึมผ่านและเอ็ฟเฟค «ฟองน้ำ» ของมัน
- โฟมโพลียูรีเทนและโพลีเอททีลีนเนื่องจากความไวไฟและพฤติกรรมด้านอุณหภูมิที่ไม่ดี
- สักหลาดคาร์บอนไฟเบอร์เนื่องจากความไวไฟและเอ็ฟเฟค «ฟองน้ำ» ของมัน
- โฟม NBR และ NR เนื่องจากความไวไฟของมัน
- โฟมซิลิโคนเนื่องจากราคาที่สูงมากของมัน

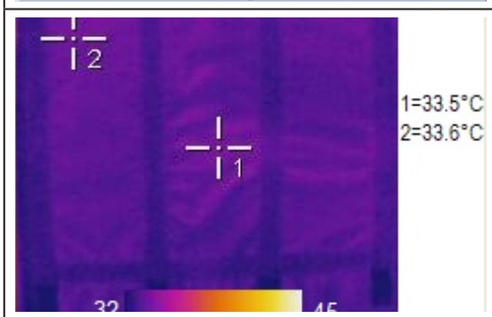
จากการทดสอบอย่างเข้มข้นกับวัสดุต่าง ๆ เหล่านี้มีเพียงโฟม PVC-NBR เท่านั้นที่เหมาะสำหรับการใช้งาน มันรวมเอ็ฟเฟคฉนวนของโฟม NBR แบบเซลล์ปิด (จึงไม่มีเอ็ฟเฟคฟองน้ำ) กับคุณสมบัติการดับไฟด้วยตนเองของพีวีซี
สำหรับการทดสอบเหล่านี้โฟมจะถูกวางรอบ ๆ ชุดถังทำความร้อนที่ 120°C (อุณหภูมิสูงสุดถาวรของชุดทำความร้อน) เป็นเวลา 96 ชั่วโมง หลังจากช่วงเวลานี้การเปลี่ยนแปลงของพลังงานฉนวนและการเปลี่ยนแปลงขนาดของมัน (การยืดหรือการหด) จะถูกวัด หลังจากนั้นความพรุนของมันจะถูกประเมินโดยการชั่งน้ำหนักหลังจากแช่ในน้ำเป็นเวลา 8 วัน
ทำการทดสอบอีกอย่างคือทำการตรวจสอบความต้านทานต่ออุณหภูมิสูงสุด อยู่ภายใต้อุณหภูมิ 300°C เป็นเวลา 30 นาที โฟม PVC-NBR ไม่ติดไฟ แต่สูญเสียความยืดหยุ่นและมีรอยแตก
อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ไม่สามารถบรรลุผลการทำงานปกติ เริ่มต้นด้วยการจัดหาพลังงานจากภายนอกให้กับกระบวนการสามารถเริ่มต้นการเผาไหม้ช้าของโฟมได้

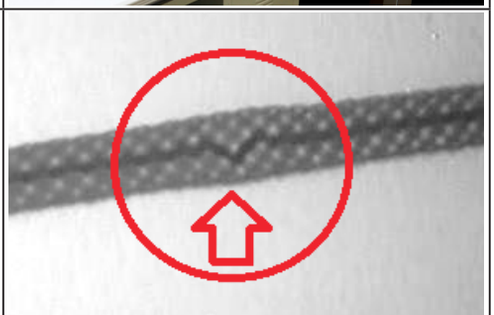
<table>
<tr><td rowspan="2"> 
</td><td colspan="2">ถึงทำความร้อนสำหรับวัดอุณหภูมิสูงสุดของโฟม (ถอดฝาครอบป้องกันและเครื่องดูดควันสำหรับการถ่ายภาพ)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>การแปรผันของอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกพื้นผิวของโฟมในระหว่างการทดสอบ 96 ชั่วโมงที่ 120°C (อุณหภูมิโดยรอบคงที่ที่ 32°C) ไม่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก ลักษณะพิเศษของของฉนวนโฟมยังคงคงที่</td><td>โฟมหลังจาก 96 ชั่วโมง ที่ 120°c
การหดตัวของความยาว: - 4,7%
การดูดซึมน้ำ: 9%</td><td>โฟมหลังจาก 30 ชั่วโมง ที่ 300°c</td></tr>
</table>

4. ค้นหาจุดร้อนในสายเคเบิลทำความร้อน

ในระหว่างการผลิตตัวนำความร้อนจะมีการประกบกันเป็นรอยต่อเพื่อเป็นกันตัวนำเมื่อเปลี่ยนขดลวด รอยต่อเหล่านี้จะอยู่ภายใต้ฉนวนซิลิโคนและยังคงมองไม่เห็น แต่รอยต่อที่ทำไม่ดีอาจเพิ่มความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มเติมให้กับสายเคเบิลทำความร้อนในกรณีที่ทำได้ ข้อผิดพลาดประเภทนี้จะทำให้เกิดจุดร้อน จุดร้อนนี้ตรวจพบโดยถ่ายภาพความร้อนในระหว่างการทดสอบขั้นสุดท้ายของฝาครอบ การตรวจสอบเอ็กซ์เรย์จุดร้อนเพิ่มเติมจะตรวจสอบสาเหตุของข้อบกพร่องและเปลี่ยนสายเคเบิลทำความร้อนก่อนใช้งาน







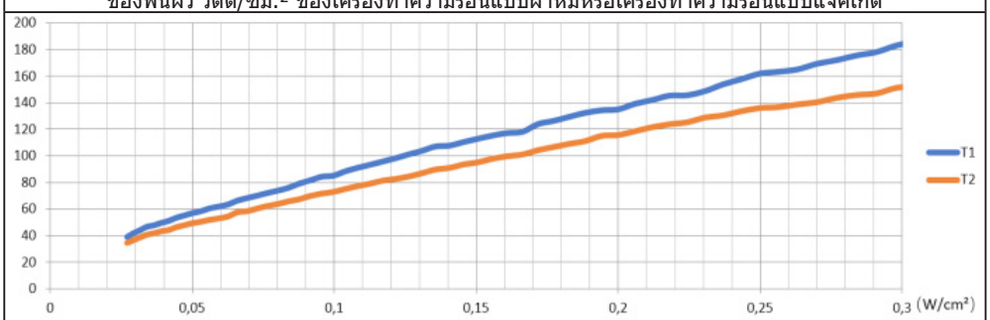
ตัวอย่างการถ่ายภาพความร้อนของผ้าห่มทำความร้อน รูปถ่ายด้านบนของด้านในที่อุ่นและรูปด้านล่าง ด้านนอกที่ไม่ได้รับความร้อน (อุณหภูมิโดยรอบ 32°C)

การตรวจหาข้อบกพร่องในการเชื่อมต่อหรือการเอ็กซ์เรย์จุดร้อนของลวดทำความร้อน (ถอดหน้าแผ่นป้องกันเพื่อการถ่ายภาพ) ตัวอย่างของการตรวจจับจุดร้อน: รอยต่อระหว่างตัวนำความร้อน

5. อุณหภูมิพื้นผิวของลวดทำความร้อนสำหรับผ้าห่มทำความร้อนโดยไม่ต้องสัมผัสกับผนังเป็นฟังก์ชั่น ของความหนาแน่นวัตต์

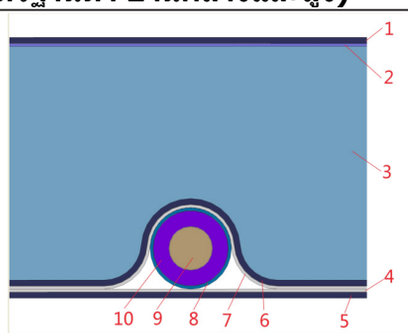
นอกเหนือจากการควบคุมอุณหภูมิใด ๆ ลวดทำความร้อนที่ฝังอยู่ภายในเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มหรือเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตในอากาศนิ่งโดยไม่มีกลไกการระบายจะได้อุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับพื้นผิวภายนอกและพลังงานของมัน
การออกแบบเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มอุตสาหกรรมหรือเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตจะต้องคำนึงถึงปัจจัยนี้เพื่อที่อุณหภูมิในสภาวะการทำงานที่เลวร้ายที่สุดจะไม่สามารถทำลายหรือละลายผ้าของโครงสร้างและเพื่อที่จะรักษาฉนวนไฟฟ้าไว้ได้ซึ่งจะรับประกันความปลอดภัยของประชาชน รวมถึงเมื่อชั้นทำความร้อนสองชั้นซ้อนกันหรือเมื่อไม่สัมผัสกับพื้นผิวของภาชนะ
มันคือการใช้ลวดทำความร้อนที่มีความหนาแน่นวัตต์ผิวต่ำและโดยใช้ตาข่ายความร้อนที่มีระดับลวดความร้อนขนาดกะทัดรัด ที่อุณหภูมิพื้นผิวของผ้าห่มทำความร้อนจะเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้นโดยไม่มีจุดร้อน ในรุ่นที่พบบ่อยที่สุด (ถัง 220 ลิตร IBC 1,000 ลิตร) ส่งผลให้ลวดทำความร้อนมีความยาวตั้งแต่ 80 ถึง 160 เมตรต่ออุปกรณ์ แต่มันเป็นสภาวะจำเป็นของอุปกรณ์มืออาชีพที่เชื่อถือได้
ค่าความหนาแน่นวัตต์ของพื้นผิวของผ้าห่มทำความร้อนแบ่งออกเป็น 4 ระดับขึ้นอยู่กับประเภทของภาชนะที่ใช้และอุณหภูมิสูงสุดที่สามารถทำได้ในภาชนะ
- ระดับอุณหภูมิต่ำ: 0.05 วัตต์/ซม.² ระดับนี้จะช่วยให้สามารถทำความร้อนถังพลาสติกได้ เช่น โพลีเอทิลีน อุณหภูมิสูงสุดที่ทำได้ด้วยสายเคเบิลทำความร้อนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิคือ 50°C นี่เป็นโซลูชั่นที่พบบ่อยที่สุดสำหรับการป้องกันการแข็งตัว
- ระดับอุณหภูมิกลาง: 0.095 วัตต์ ถึง 0.1 วัตต์/ซม.² ระดับนี้จะช่วยให้ทำความร้อนภาชนะบรรจุโลหะที่มีน้ำหรือของเหลวไม่เกิน 80°C อุณหภูมิสูงสุดที่ทำได้ด้วยสายเคเบิลทำความร้อนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิคือ 85°C
- ระดับอุณหภูมิสูง: 0.135 วัตต์/ซม.² ระดับนี้จะช่วยให้ทำความร้อนภาชนะบรรจุโลหะที่มีของเหลวไม่เกิน 110°C อุณหภูมิสูงสุดที่ทำได้ด้วยสายเคเบิลทำความร้อนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิคือ 110°C
- ระดับอุณหภูมิสูงมาก: 0.25 วัตต์/ซม.² ระดับนี้จะช่วยให้ทำความร้อนภาชนะบรรจุโลหะที่มีของเหลวไม่เกิน 150°C อุณหภูมิสูงสุดที่ทำได้ด้วยสายเคเบิลทำความร้อนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิคือ 160°C ระดับนี้ต้องการการป้องกันความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสายเคเบิลทำความร้อนใยแก้วและแคปตัน ระบบควบคุมที่ติดตั้งบนพื้นผิวของฝาปิดนั้นเป็นไปไม่ได้ และการควบคุม PID ด้วยเซ็นเซอร์ Pt100 และกล่องติดตั้งระยะไกลเป็นการควบคุมอุณหภูมิแบบเดียวเท่านั้นที่เป็นไปได้

อุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิพื้นผิวเป็นฟังก์ชัน
ของพื้นผิว วัตต์/ซม.² ของเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มหรือเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ต



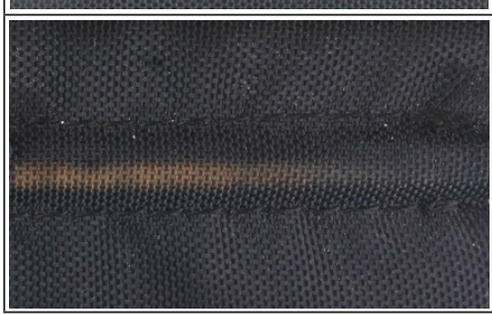
อุณหภูมิพื้นผิวเป็น °C ในสภาพแวดล้อมที่ 20°C ของลวดทำความร้อนที่มีเปียป้องกันโลหะสำหรับค่าความหนาแน่น
วัตต์พื้นผิวที่แตกต่างกันของผ้าห่มทำความร้อนหรือเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ต
T1 = อุณหภูมิพื้นผิวของลวดทำความร้อน
T2 = อุณหภูมิพื้นผิวด้านนอกของผ้าห่มหรือแจ็คเก็ต

การเสื่อมสภาพของพื้นผิวเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิที่สามารถทำได้บนลวดทำความร้อนสำหรับเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มหรือเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตที่มีลวดฝังอยู่ใต้ผ้า PA66 พร้อมฟิล์มป้องกัน PTFE (รุ่นอุณหภูมิมาตรฐานต่ำ ปานกลางและสูง)



มุมมองของสายไฟทำความร้อนที่ฝังอยู่ระหว่างผนังยืดหยุ่น (รุ่นมาตรฐาน)
1, 5, 6: ผ้าโพลีเอไมด์ที่มีความต้านทานสูง
2: ชั้นปิดผนึกโพลียูรีเทนของผ้าโพลีเอไมด์ด้านนอก
3: โฟมฉนวน PVC-NBR
4, 7: ฟิล์ม Ptfe (ป้องกันความร้อนสูงเกินไป)
8: เปียดีบุกทองเหลือง (ป้องกันเครื่องจักรและสายดิน)
9: ลวดทำความร้อน
10: ฉนวนซิลิโคน 300 โวลต์ หนา 1.1 มม.

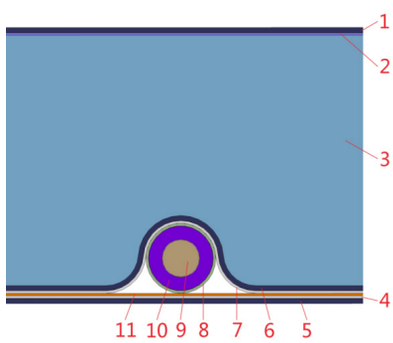
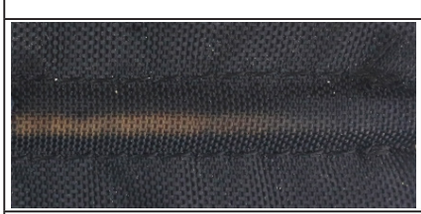
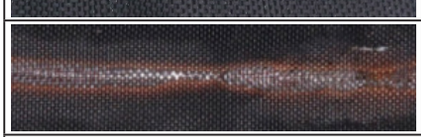
96 ชั่วโมงที่ 120°C บนสายเคเบิลทำความร้อน: ไม่มีการเปลี่ยนสี ไม่มีการละลายของฉนวน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะ



1 ชม. ที่ 220°C บนสายเคเบิลทำความร้อน: PA66 เริ่มเปลี่ยนสี

1 ชม. ที 235°C บนสายเคเบิลทำความร้อน: PA66 เริ่มละลาย	**5 นาทีที 245°C บนสายเคเบิลทำความร้อน PA66 ละลายแล้ว และเห็นชั้นป้องกันของ PTFE ซึ่งไม่เสื่อมสภาพ การป้องกันของสายไฟทำความร้อนมักทำโดย PTFE และฉนวนซิลิโคน**

การเสื่อมสภาพของพื้นผิวเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิสามารถทำได้บนสายไฟทำความร้อนสำหรับฝาครอบที่มีตัวต้านทานความร้อน) ติดตั้งบนผ้าใยแก้วและฟิล์ม Kapton และครอบคลุมภายใต้ผ้า PA66 ด้วยฟิล์มป้องกัน PTFE (รุ่นอุณหภูมิสูงมาก)

	มุมมองหน้าตัดของสายไฟทำความร้อนที่ฝังอยู่ระหว่างผนังยืดหยุ่น **1:** ผ้าโพลีเอไมด์ที่มีความต้านทานสูง **2:** ชั้นปิดผนึกโพลียูรีเทนของผ้าโพลีเอไมด์ด้านนอก **3:** โฟมฉนวน PVC-NBR **4:** ฟิล์ม Ptfe (ป้องกันความร้อนสูงเกินไป) **5:** ผ้าโพลีเอไมด์ที่มีความต้านทานสูง **6:** ผ้าใยแก้วแบบไม่ติดไฟ **7:** ฟิล์มอลูมิเนียมสะท้อนความร้อน **8:** เปียดีบุกทองเหลือง (ป้องกันเครื่องจักรและสายดิน) **9:** ลวดทำความร้อน **10:** ฉนวนซิลิโคน 300 โวลต์ หนา 1.1 มม. **11:** การป้องกันความร้อนเพิ่มเติมและฉนวนไฟฟ้าโดยฟิล์มแคปตัน
	**5 นาทีที่ 250°C บนสายเคเบิลทำความร้อน อุณหภูมิภายนอกที่ชั้นผ้า PA66 ทำให้สีเปลี่ยน**
	**5 นาทีที่ 320°C บนสายเคเบิลทำความร้อน อุณหภูมิภายนอกที่ชั้นผ้า PA66 ทำให้ละลาย**
	5 นาทีที่ 350°C บนสายเคเบิลทำความร้อนเมื่อเปิดเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่ม เราจะเห็นได้ว่ายังคงมีฉนวนกันความร้อนและฉนวนด้านนอกของสายเคเบิลทำความร้อนด้วยไฟเบอร์กลาสและแคปตัน การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของปลอกซิลิโคนของสายไฟและทำให้ชั้นส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าสัมผัสกับเปียโลหะซึ่งจะปิดไฟโดยไม่ต้องสูญเสียไฟฟ้าไปด้านนอก

6. ความต้านทานของฉนวนและแรงดันที่ทำให้พัง

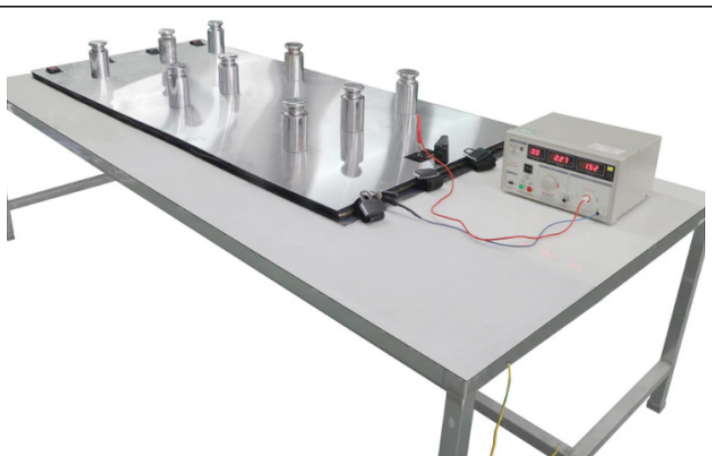
ความต้านทานของฉนวนจะลดลงตามความยาวของลวดทำความร้อนที่ใช้ หากความยาวนีสามารถลดลงไปสักสองสามเมตรในผ้าห่มทำความร้อนขนาดเล็กและเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ต ความยาวสามารถเกินกว่า 160 เมตรในเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตสำหรับ IBC 1,000 ลิตร
ในการผลิต ค่าฉนวนถูกวัดทีอุณหภูมิแวดล้อม 100%
ขีดจำกัดการยอมรับขันต่ำของเราสำหรับสภาพใด ๆ (แห้ง ร้อนหรือหลังการทดสอบ

IP65) คือ 0.1 กิกะโอห์ม (100xขีดจำกัด ของ EN60335-2-17§ 19.112.3) การวัดนีดำเนินการด้วยเครื่องทำความร้อนทีถูกประกบอยู่ระหว่างแผ่นโลหะสองแผ่นที ครอบคลุมพืนผิวทังหมดและกดซึงกันและกันด้วยนำหนัก 35 เดคานิวตัน/ม.²

อุปกรณ์สำหรับวัดความต้านทานของฉนวน
ค่าที่วัดได้จะมากกว่า 0.1 กิกะโอห์ม เสมอ

กำลังไฟฟ้าในสภาวะเย็น

ในองค์ประกอบทำความร้อนที่ได้รับการป้องกันทั้งหมดจะมีกระแสรั่วไหลผ่านฉนวนขององค์ประกอบเหล่านั้น กระแสรั่วไหลนี้จะเพิ่มขึ้นตามแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ ในกรณีของผ้าห่มทำความร้อน การทดสอบการผลิตสำหรับการวัดกระแสรั่วไหลทั้งหมด จะดำเนินการโดยวางเครื่องทำความร้อนระหว่างแผ่นโลหะสองแผ่นและใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 1,750 โวลต์ระหว่างตัวนำและแผ่นโลหะตาม 60-335-2 -17 § 22.115 เมื่อใช้มาตรฐาน EN60519-1 กระแสไฟรั่วสูงสุดที่อนุญาตเป็นเวลา 1 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดกระแสของเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตหรือแบบผ้าห่ม เท่ากับ 3 มิลลิแอมแปร์ สำหรับขนาดกระแสน้อยกว่า 7 แอมแปร์ (1600 วัตต์ ใน 230 โวลต์) และ 0.5 มิมิลลิแอมแปร์ต่อแอมแปร์สำหรับกระแสที่สูงกว่า (เช่น 10 มิลลิแอมแปร์ สำหรับ 2000 วัตต์ 15 มิลลิแอมแปร์ สำหรับ 3000 วัตต์) สำหรับเครื่องทำความร้อน IBC 1,000 ลิตรพร้อมโซนทำความร้อนอิสระ 2 โซน จำทำการวัดนีอิสระสำหรับแต่ละโซน ค่ากระแสไฟรั่วปริมาณมากบนเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตขนาดใหญ่ต้องการการเชื่อมต่อกับวงจรแหล่งจ่ายไฟที่มีการป้องกันโดยเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปรับเทียบที่ 20 มิลลิแอมแปร์



เครื่องมือวัดสำหรับการรั่วไหลของกระแสรวมในสภาพเย็น

กระแสไฟรั่วที่อุณหภูมิขณะทำงาน

การวัดกระแสไฟรั่วบนพื้นผิวที่ร้อนและเข้าถึงได้เป็นตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบความปลอดภัยของอุปกรณ์เพื่อหลีกเลี่ยงไฟฟ้าช็อตเมื่อสัมผัสขณะใช้งาน นี่เป็นวิธีการตรวจสอบว่าฉนวนไฟฟ้าไม่เสื่อมและยังคงเพียงพอเมื่อได้อุณหภูมิขณะทำงาน การทดสอบประกอบด้วยตามมาตรฐานของ EN60335-1-13.1 และ 13.2 ในการวางแผ่นโลหะขนาด 10 x 20 ซม. (จำลองขนาดของมือ) บนเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มหรือแบบแจ็คเก็ตและเพื่อวัดการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างแผ่นนี้และตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าเมื่อแผ่นทำความร้อนอยู่ที่อุณหภูมิสูงสุด ค่าขีดจำกัดสูงสุดคือ 0.75 มิลลิแอมแปร์ ที่ 240 โวลต์ การทดสอบของเราได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดยค่าเฉลี่ยจากการวัด 6 ครั้งที่ทำในสถานที่ต่าง ๆ โดยมีพลังงานเท่ากับ 1.15 เท่าของพลังงานที่กำหนดไว้

เครื่องมือวัดสำหรับการรั่วไหลของกระแสรวมที่สภาวะร้อน

7. ระบบกระชับและระบบจับสำหรับเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตบนถัง

การถือครองและกระชับเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตบนภาชนะบรรจุเป็นตัวแปรที่สำคัญในการทำความร้อนสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องใช้วิธีที่ดีที่สุดเพื่อรับรองการถ่ายเทความร้อนที่ดีที่สุดในทุกอุณหภูมิ จึงได้มีการใช้วิธีการต่าง ๆ :

- เทปตีนตุ๊กแกสำหรับยึดให้แน่น: ใช้งานง่ายและประหยัด ไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง และการใช้งานประจำจะเสื่อมลง เมื่อสารปนเปื้อนภายนอกอุดตันเทป ไม่สามารถปรับการทำให้แน่นได้หลังจากกด 2 แถบเข้าหากัน
น้ำหนักที่จะทำให้แยกที่อุณหภูมิห้องบนแถบกว้าง 50 มม. โดยมีหน้าสัมผัส 100 มม. ระหว่างชิ้นส่วนที่แขวนอยู่สองชิ้น: 26 เดคานิวตัน
น้ำหนักที่จะทำให้แยกที่อุณหภูมิสูงภายใต้น้ำหนัก 15 เดคานิวตัน: 120°C
ทนน้ำหนัก 15 เดคานิวตัน โดยไม่แยกที่ -50°c
- หัวเข็มขัดสแนปพลาสติก: อุกรณ์เหล่านี้ประหยัด แต่ไม่ทนต่ออุณหภูมิและอาจเปิดได้อย่างไม่คาดการณ์ไว้เมื่อแรงทำให้แน่นสูงเกินไป
น้ำหนักที่จะทำให้แยกที่อุณหภูมิห้อง: 44 เดคานิวตัน
อุณหภูมิที่จะทำให้แยกที่ภายใต้น้ำหนัก 15 เดคานิวตัน: 100°C
ทนน้ำหนัก 15 เดคานิวตัน โดยไม่แยกที่ -50°c
- หัวเข็มขัดนิรภัยแบบโลหะสำหรับ «ยานยนต์»: มีราคาแพงกว่าหัวเข็มขัดพลาสติก พวกมันทนต่ออุณหภูมิได้ดี ช่วยให้ทำให้แน่นได้ดีแม้หลังจากปิดแล้วและเปิดได้ง่ายและรวดเร็ว
น้ำหนักที่จะทำให้แยกที่อุณหภูมิห้อง: 240 เดคานิวตัน
อุณหภูมิที่จะทำให้แยกภายใต้น้ำหัก 15 เดคานิวตัน: ทนทานได้ 150°C โดยไม่แยก
ทนทานต่อน้ำหัก 15 เดคานิวตัน โดยไม่แยกที่ -50°c
- ผ้าพันคอ: เย็บที่ส่วนบนของเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ต มันมีวัตถุประสงค์เพื่อถูกยึดเหนือภาชนะหรือรอบคอของถังหรือขวด มันป้องกันไม่ให้เครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตลื่นไถลลง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ทำให้ฝาปิดฉนวนอยู่กับที่เมื่อใช้งานและจำกัดการสูญเสียความร้อนขึ้นด้านบนโดยปิดกั้นการไหลเวียนของอากาศ มันเป็นส่วนประกอบที่ขาดไม่ได้ของระบบหนีบ

ตีนตุ๊กแก	หัวเข็มขัดสแนปพลาสติก	หัวเข็มขัดโลหะ «ยานยนต์»	ผ้าพันคอ

8. ความทนต่อการฉีกขาดของผ้า

ผ้าที่เลือกสำหรับผ้าห่มอุตสาหกรรมและเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตได้รับการคัดเลือกเพื่อให้ความทนต่อการฉีกขาดที่ดีมาก ความทนนี้ถูกทดสอบกับชิ้นงานตัดด้วยเลเซอร์ที่มีขนาดตามตามมาตรฐาน EN 60335-2-17§21.110.1 ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและประเภทของฝาครอบ ความทนจะอยู่ในช่วง 44 นิวตัน ถึง 107 นิวตัน (4 ถึง 9 เท่าของค่าที่ต้องการ 12.5 นิวตัน)

	ตัวอย่างทีใช้สำหรับการทดสอบ
	อุปกรณ์ทดสอบความทนต่อการฉีกขาด

9. พลังงานขั้นต่ำสำหรับใช้ในการป้องกันการแข็งตัว

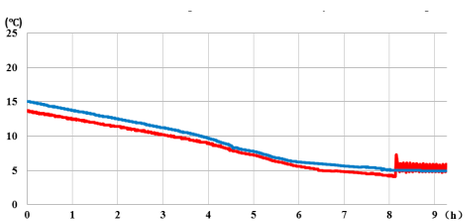
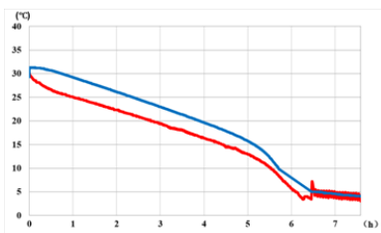
ในการใช้งานหลายประเภทเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตถูกใช้เพื่อป้องกันไม่ให้ภาชนะแข็งตัว แต่ข้อมูลที่ได้รับจากผู้ผลิตต่าง ๆ มักจะไม่แม่นยำหรือไม่ถูกต้อง เราทำการทดสอบ (ตู้ควบคุมอุณหภูมิอย่างเป็นระบบเพื่อตรวจสอบพลังงานพื้นผิวในหน่วย วัตต์/ซม.^{2} ที่จำเป็นเพื่อป้องกันไม่ให้ภาชนะบรรจุแข็งตัวเป็นฟังก์ชั่นของอุณหภูมิแวดล้อม

การทดสอบเหล่านี้ดำเนินการในถังที่หุ้มฉนวนอย่างเต็มรูปแบบ (ด้านข้าง ด้านล่าง ฝาปิด) โดยผ้าห่มทำความร้อนที่มีผนังฉนวน 10 หรือ 20 มม. จุดตั้งค่าของชุดควบคุมอุณหภูมิอิเล็กทรอนิกส์แบบเปิดปิดเพื่อให้ความร้อนฝาครอบถูกตั้งไว้ที่ 5°C และตั้งค่าส่วนต่างเป็น 2°C

ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่มีช่วงการปรับอุณหภูมิตั้งแต่ -90 ถึง + 150°C และช่วงการปรับความชื้นสัมพัทธ์ 1 ถึง 100%	**เครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตในระหว่างการทดสอบสภาพภูมิอากาศในอุณหภูมิลบ**

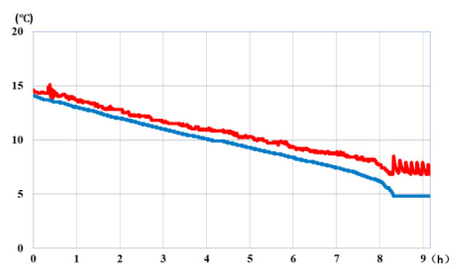
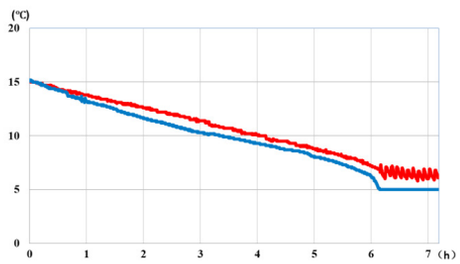
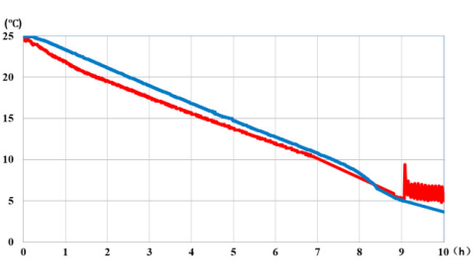
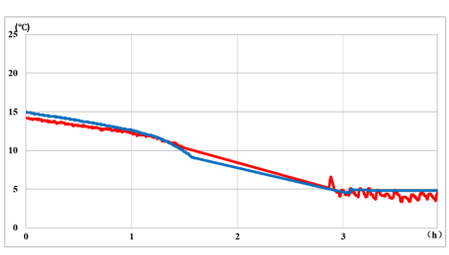
การทดสอบที่มีความหนาโฟมฉนวน 10 มม.

(สีน้ำเงิน: อุณหภูมิของของเหลวที่อยู่ตรงกลางของถัง สีแดง: อุณหภูมิผนังของถังใต้ฉนวน)

	
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในภาชนะบรรจุในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบคือ **-10°C**โดยมีภาระพื้นผิว **0.05 วัตต์ /ซม.²** (150 วัตต์) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของภาชนะบรรจุคงที่อยู่ที่ 5°C	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในภาชนะบรรจุในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบคือ **-35°C**โดยมีภาระพื้นผิว **0.01 วัตต์ /ซม.²** (300 วัตต์) จะเห็นได้ว่าแม้จะมีพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิภายในของถังยังคงลดลงอย่างช้า ๆ

การทดสอบที่มีความหนาโฟมฉนวน 20 มม.

(สีน้ำเงิน: อุณหภูมิของของเหลวที่อยู่ตรงกลางของถัง สีแดง: อุณหภูมิผนังของถังใต้ฉนวน)

	
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในภาชนะบรรจุในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบคือ **-10°C** โดยมีภาระพื้นผิว **0.05 วัตต์ /ซม.²** (150 วัตต์) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของภาชนะบรรจุคงที่อยู่ที่ 5°C	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในภาชนะบรรจุในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบคือ **-15°C** โดยมีภาระพื้นผิว **0.05 วัตต์ /ซม.²** (150 วัตต์) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของภาชนะบรรจุคงที่อยู่ที่ 5°C
	
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในภาชนะบรรจุในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบคือ **-20°C** โดยมีภาระพื้นผิว **0.05 วัตต์ /ซม.²** (150 วัตต์) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในของถังลดลงต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในภาชนะบรรจุในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบคือ **-35°C** โดยมีภาระพื้นผิว **0.01 วัตต์ /ซม.²** (150 วัตต์) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มพลังงานช่วยให้อุณหภูมิภายในภาชนะคงที่ที่ 5°C

การวิเคราะห์ผลลัพธ์: ด้วยความหนาของฉนวน 10 มม. ในทุกด้าน ค่าพื้นผิวที่ 0.05 วัตต์/ซม.² เพียงพอสำหรับการป้องกันการแข็งตัวของถังฉนวนที่อุณหภูมิที่ต่ำถึง -10°C ด้วยการเพิ่มภาระพื้นผิวสูงสุดถึง 0.1 วัตต์/ซม.² การป้องกันสามารถมั่นใจได้ถึง -15°C

ด้วยความหนาของฉนวน 20 มม. ในทุกด้าน ค่าพื้นผิวที่ 0.05 วัตต์/ซม.² เพียงพอสำหรับการป้องกันการแข็งตัวของถังฉนวนที่อุณหภูมิที่ต่ำถึง -15°C ด้วยการเพิ่มภาระพื้นผิวสูงสุดถึง 0.09 ถึง 0.1 วัตต์/ซม.² การป้องกันสามารถมั่นใจได้ถึง -35°C

10. การควบคุมอุณหภูมิ

เครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตและแบบผ้าห่มทั้งหมดใช้ตัวเชื่อมต่อกันน้ำเดียวกันในโมดูลควบคุม มีตัวเชื่อมต่อนี้สำหรับความหนาของฉนวนความร้อน 10 หรือ 20 มม. มีการเชื่อมต่อกับดินเช่นเดียวกับการต่อสายดินของภาชนะบรรจุเมื่อมันเป็นโลหะ	
กล่องเชื่อมต่อที่ง่ายขึ้นสำหรับแจ็คเก็ตอุณหภูมิคงที่และเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่ม การวัดอุณหภูมิพื้นผิวจะดำเนินการโดยตัวจำกัดโลหะคู่ที่ฝังอยู่ในเครือข่ายลวดทำความร้อน แหล่งจ่ายไฟ “เปิด” และการทำความร้อน “เปิด” จะแสดงด้วยไฟแสดงสถานะ 2 ดวง รุ่นกล่องควบคุมนี้ไม่สามารถใช้แทนกันได้กับรุ่นของเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มหรือแบบแจ็คเก็ตที่มีเซ็นเซอร์ NTC ในตัวสำหรับการควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์	
เทอร์โมสแตทในห้องแบบอุณหภูมิคงที่ที่รวมอยู่ในฝาปิดกล่องเชื่อมต่อการเปิดใช้งานการทำความร้อนโดยอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 5°C โดยมีไฟแสดงสถานะที่แสดงว่าเครื่องเปิดและเปิดทำความร้อน รุ่นกล่องควบคุมนี้ไม่สามารถใช้แทนกันได้กับรุ่นของเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มหรือแบบแจ็คเก็ตที่มีเซ็นเซอร์ NTC ในตัวสำหรับการควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์	
เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกสำหรับเซ็นเซอร์ NTC การดำเนินการเปิด-ปิดด้วยการคาดหวัง การปรับโดยลูกบิด โดยมีไฟแสดงสถานะที่แสดงว่าเปิดเครื่องและการเปิดการทำความร้อน การติดตั้งบนตัวเชื่อมต่อเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มหรือเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ต การควบคุมอุณหภูมิตามอุณหภูมิผนังภาชนะ	

เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกสำหรับเซ็นเซอร์ NTC การดำเนินการเปิด-ปิดด้วยการคาดการณ์ การแสดงผลแบบดิจิตอล ติดตั้งโดยตรงบนตัวเชื่อมต่อเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตหรือแบบผ้าห่ม การควบคุมอุณหภูมิตามอุณหภูมิผนังภาชนะ	
เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกสำหรับเซ็นเซอร์ NTC การดำเนินการเปิด-ปิดด้วยการคาดการณ์ การแสดงผลแบบดิจิตอล รีโมทคอนโทรลพร้อมการเชื่อมต่อด้วยสายเคเบิลบนตัวเชื่อมต่อเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตหรือแบบผ้าห่ม การควบคุมอุณหภูมิตามอุณหภูมิผนังภาชนะ	
เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกสำหรับเซ็นเซอร์ NTC การดำเนินการเปิด-ปิด การแสดงผลแบบดิจิตอล การติดตั้งรีโมทบนผนัง มีหัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบยาวสำหรับการจุ่มในของเหลว สามารถใช้นอกเหนือไปจากการควบคุมอุณหภูมิพื้นผิวเพื่อปิดกระบวนการอุ่นเมื่อได้อุณหภูมิแกนของของเหลวแล้ว ข้อควรสนใจ: เซ็นเซอร์นี้ไม่สามารถใช้โดยตรงสำหรับการควบคุมการทำความร้อนโดยไม่มีตัวควบคุมอุณหภูมิพื้นผิวอยู่แล้วเนื่องจากเซ็นเซอร์นี้ไม่สามารถใช้แทนได้ มีเซ็นเซอร์อุณหภูมิ Pt100 ให้เลือกด้วย	

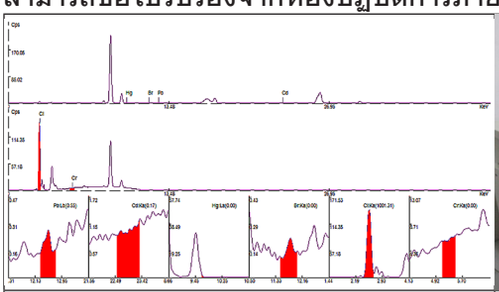
การนำอุปกรณ์ทำความร้อนแบบยืดหยุ่นมาใช้งานครั้งแรกเชิงเทคนิค

เครื่องควบคุมอุณหภูมิอิเล็กทรอนิกส์อินพุตเซ็นเซอร์ Pt100 การจูนอัตโนมัติ PID จอแสดงผลดิจิตอลคู่: อุณหภูมิที่วัดได้และค่าจุดที่ตั้ง การควบคุมอุณหภูมิตามอุณหภูมิผนังภาชนะ ใช้ได้เฉพาะกับกล่องควบคุมระยะไกลเท่านั้น รุ่นนี้ใช้เซ็นเซอร์ประเภท Pt100 ไม่สามารถใช้แทนกันได้กับรุ่นของเครื่องทำความร้อนแบบผ้าห่มและแบบแจ็คเก็ตที่มีเซ็นเซอร์ NTC ในตัว	

Rohs และ Reach

Rohs: วัสดุที่ใช้ในเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตเป็นไปตามระเบียบของยุโรปที่ 2015/863 ภาคผนวกที่ 2 ซึ่งเป็นฉบับแก้ไขระเบียบที่ 2011/65
การทดสอบเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมคุณภาพมาตรฐานที่ Ultimheat และดำเนินการอย่างเป็นระบบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการส่งมอบของผู้จัดหาแต่ละราย
การทดสอบเหล่านี้ทำในห้องปฏิบัติการของเราเองด้วยเครื่องมือวัดค่ารุ่นล่าสุด
หากต้องการเราสามารถให้ใบรับรองจากห้องปฏิบัติการภายนอกที่ได้รับอนุมัติได้

Reach: วัสดุที่ใช้ในเครื่องทำความร้อนแบบแจ็คเก็ตเป็นไปตามระเบียบ REACH ของยุโรป ตามคำสั่งเดือนมิถุนายน 2017 โดยเพิ่มสาร SVHC (สารที่ควรระมัดระวังอย่างสูง) 173 รายการ จากรายการที่เผยแพร่โดย ECHA เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2017 โดยนำไปใช้กับระเบียบ Reach ที่ 1907/2006
สามารถขอใบรับรองจากห้องปฏิบัติการภายนอกที่ได้รับการรับรองได้หากต้องการ



สเปคโตรแกรม Rohs ของแผ่นโฟมฉนวนกันความร้อน NBR-PVC (ห้องปฏิบัติการ Ultimheat)

เจ้าหน้าที่กำลังทำการวิเคราะห์สเปคโตรเมตริก (ห้องปฏิบัติการ Ultimheat)