

## HTS-06-250-10-TX Phoenix™ 10 Channel Aluminium Solution & Aging Heat Treatment (T6) Processes

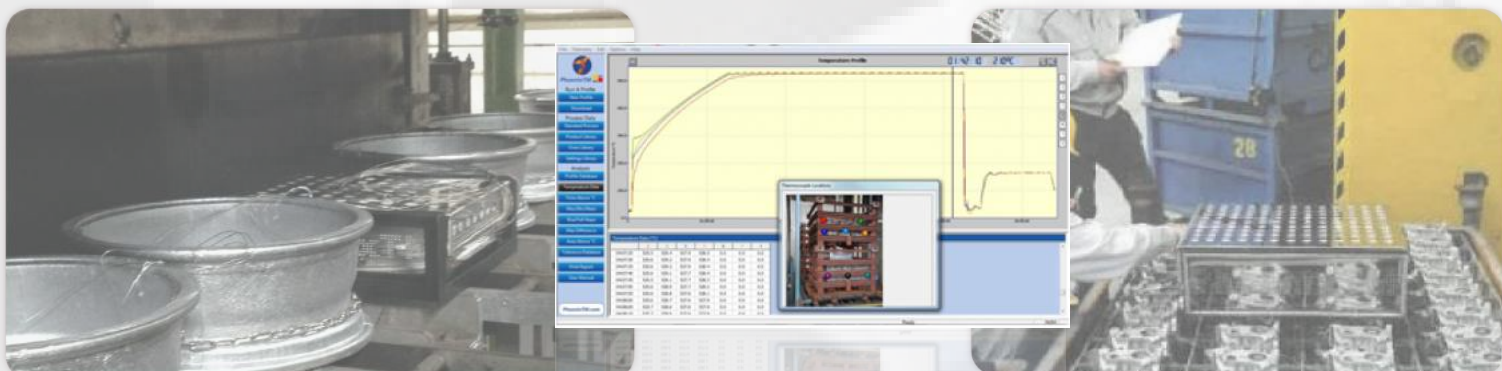
### ระบบการบันทึกโพรไฟล์อุณหภูมิที่รองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมอลูมิเนียม

อุตสาหกรรม : การบ่มแข็งเพื่อปรับคุณสมบัติของอะลูมิเนียมขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีทางความร้อน สถานะ T6

ในสถานการณ์การผลิตปัจจุบันนี้ อลูมิเนียมกำลังกลายเป็นตัวเลือกว่าดีกว่า ปลอดภัยกว่า และยั่งยืนกว่า ด้วยการเติบโตของอุปสงค์อลูมิเนียมของโลกในปี 2018 โดยประมาณ 4-5% ทำให้ผู้แปรรูปอลูมิเนียมทั้งระดับปฐมภูมิและทุติยภูมิ มีความมุ่งหวังที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานอย่างรวดเร็ว ผู้ผลิตที่มุ่งหวังจะแทนที่วัสดุที่มีอยู่ด้วยอลูมิเนียมกำลังต้องการระเบียบวิธีใหม่ๆ เพื่อพิสูจน์ว่าการแปรรูปขึ้นรูปและผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมด้วยความร้อน ได้ดำเนินการตามข้อกำหนดทางเทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพ และอย่างประหยัด

เพื่อช่วยในความต้องการนี้ Phoenix™ เป็นเครื่องบันทึกอุณหภูมิหลายระดับที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การผลิตอลูมิเนียม ไม่ว่าจะเป็นการอุ่นแผ่น/แท่งอลูมิเนียม หรือการหลอมในเครื่องต้นต่อเนื่องหรือเตาหลอมทนไฟ, เครื่องอุ่นขึ้นส่วนยานยนต์อลูมิเนียม(T6), COI-9 และ AMS2750 TUS, หม้อน้ำบดกรี CAB หรือ การอัดรีดอลูมิเนียมเคลือบผง เครื่องที่มีระบบเฉพาะตัวนี้พร้อมให้บริการ เครื่อง Phoenix ทำงานโดยตรงกับผู้มีบทบาทในอุตสาหกรรมสำคัญในหลายสถานการณ์เพื่อพัฒนาโซลูชันตามความต้องการของลูกค้าสำหรับความท้าทายของกระบวนการเฉพาะ

เครื่องบันทึกอุณหภูมิ Phoenix™ จากประเทศอังกฤษ เป็นเครื่องมือชนิด In-process Temperature Profile System เครื่องวัดอุณหภูมิถูกออกแบบให้ทำงานในสภาวะอุณหภูมิสูง ตั้งแต่ติดลบ  $-150^{\circ}\text{C}$  ถึง  $1300^{\circ}\text{C}$  อุปกรณ์จะติดเข้าไปในเตาอบพร้อมกับชิ้นงานได้โดยไม่เกิดความเสียหายกับชิ้นงาน สามารถวิเคราะห์โพรไฟล์อุณหภูมิในทันทีด้วยชุดส่งวิทยุไร้สาย ผสมกับโปรแกรมวิเคราะห์เชิงลึกสำหรับแต่ละวงการอุตสาหกรรมและรายงานสำเร็จรูป ช่วยให้ประหยัดเวลา สะดวกในการทำงานมากขึ้น สามารถแก้ปัญหาเตาอบหรือวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างตรงจุด รวดเร็ว และแม่นยำอย่างมืออาชีพ



## การออกแบบระบบสำหรับเครื่องวัดอุณหภูมิสำหรับการบ่มแข็งของอะลูมิเนียมขึ้นรูป

ระบบบันทึกอุณหภูมิ PhoenixTM ถูกออกแบบมาเพื่อเดินทางผ่านกระบวนการความร้อน (thermal process) ที่วัดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์หรือเตาหลอม เป็นตัวเลือกที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากหัววัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลแบบเดิม (thermocouples) เครื่องบันทึกข้อมูลแบบหลายช่องที่กันน้ำและมีความแม่นยำสูงบันทึกอุณหภูมิจากส่วนนำเข้าเทอร์โมคัปเปิล ตั้งอยู่ที่จุดสนใจบน ใน หรือรอบผลิตภัณฑ์ที่จะผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน

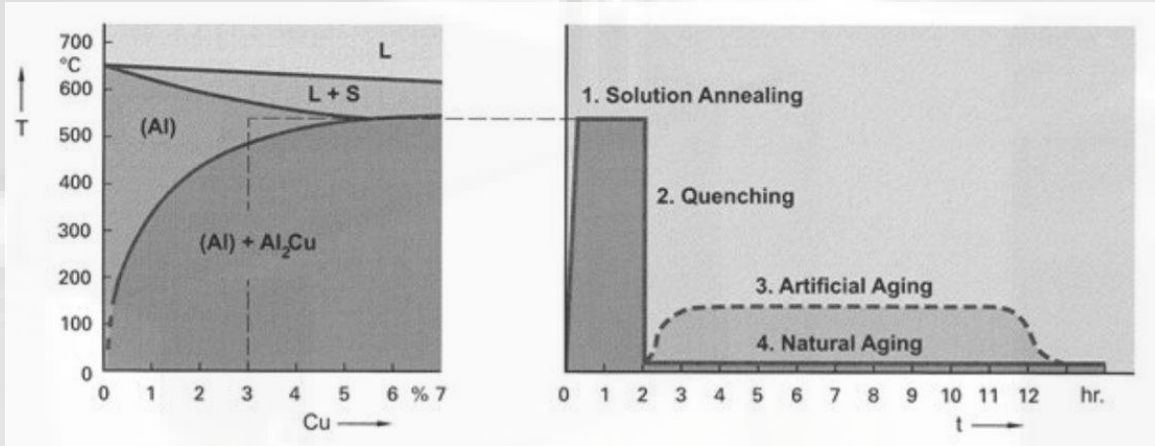
เพื่อปกป้องเครื่องบันทึกข้อมูลขณะที่มันผ่านเข้าไปในเตาหลอมที่ไม่เป็นมิตรได้มีการใช้ตัวกันความร้อน 'Hot Box' เพื่อรักษาเครื่องบันทึกให้อยู่ที่อุณหภูมิการทำงานที่ปลอดภัยเพื่อป้องกันความเสียหายและรับประกันความถูกต้องของการวัด เครื่อง PhoenixTM ภูมิใจในการมีขอบเขตของตัวกันที่ครอบคลุม ยืดหยุ่น และทนทานมากที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เป็นมิตร แม้แต่อุณหภูมิสูงที่สุดและแช่อยู่เป็นเวลานานที่สุด ไม่ว่าจะเป็นแรงดัน ก๊าซ หรือบีบคั้น และความท้าทายของกระบวนการเช่น การจำกัดพื้นที่ ระบบการหมุนผลิตภัณฑ์หรือระบบควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

เมื่อใช้ระบบ PhoenixTM จะสามารถเก็บรวบรวมบันทึกความร้อนของผลิตภัณฑ์ตลอดกระบวนการทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ การเพิ่มสมรรถนะให้แก่ระบบนี้ที่นิยมกันคือการใช้เครื่องส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ(RF telemetry) ที่ให้การตรวจสอบกระบวนการตรงจากเตาหลอมแบบเวลาจริง(real time) สามารถตรวจดูอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์แบบสดๆ และถ่ายโอนข้อมูลได้ทุกจุดในเตาหลอม ข้อมูลดิบของอุณหภูมิรวบรวมจากกระบวนการนี้สามารถแปลงเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ได้โดยการใช้แพคเกจซอฟต์แวร์ PhoenixTM Thermal View Software ที่ออกแบบมาตามกำหนดที่พร้อมให้บริการ กราฟวัดความร้อนสามารถทบทวนและวิเคราะห์ได้เพื่อให้การบันทึกที่ติดตามได้และรับรองได้ของประสิทธิภาพกระบวนการ ข้อมูลเช่นนี้มีความสำคัญในการปฏิบัติตาม COI-9, AMS2750 และกฎระเบียบอื่นๆ สามารถผลิตรายงานที่ปฏิบัติตาม TUS อย่างเต็มที่ได้ในเวลาไม่นานจากซอฟต์แวร์ที่เรียบง่ายและใช้งานง่ายนี้ การทำ TUS ที่ถูกต้อง เป็นงานที่ง่ายและรวดเร็ว ข้อมูลไม่เพียงแต่สามารถใช้เพื่อพิสูจน์คุณภาพของผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่ยังเป็นช่องทางในการเปลี่ยนคุณลักษณะของกระบวนการได้อย่างมั่นใจเพื่อปรับปรุงผลิตภาพและประสิทธิภาพของกระบวนการ (อุณหภูมิและเวลาการแช่ที่เหมาะสม)



## การบ่มแข็งอะลูมิเนียมคืออะไร ?

เป้าหมายของการบ่มแข็งคือ การควบคุมการตกตะกอนของอนุภาคของธาตุเจือในสภาวะของแข็งภายในอะลูมิเนียม ซึ่งความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นจากกระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคของธาตุเจือที่เกิดขึ้น ถ้ามีขนาดเล็กเกินไปจะไม่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุ (under aging) ส่วนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะเสีรูปร่างได้ง่ายเป็นเหตุให้ความแข็งแรงลดลง (over aging) บางครั้งก่อนการบ่มแข็งเราจึงจำเป็นต้องให้ความร้อนแก่อะลูมิเนียมเพื่อให้อนุภาคที่มีขนาดและการกระจายตัวไม่เหมาะสมละลายกลับเข้าไปเป็นเนื้อเดียวกับอะลูมิเนียม หรือการอบให้เป็นสารละลายของแข็ง (solution annealing)



ภาพที่ 1 : แผนภาพเฟส (phase diagram) ของระบบ Al-Cu และการบ่มแข็งของอะลูมิเนียมที่ผสมทองแดง 3%

การให้ความร้อนแก่อะลูมิเนียมนอกจากจะสามารถทำให้อนุภาคที่ตกตะกอนละลายกลับเข้าไปในเนื้อวัสดุตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ยังใช้กระตุ้นให้เกิดการตกตะกอน หรือที่เรียกว่าการบ่มเทียม (artificial aging) โดยทั่วไปอุณหภูมิที่ใช้บ่มเทียมของอะลูมิเนียมขึ้นรูปจะอยู่ระหว่าง 100 ถึง 200°C ดังภาพที่ 1 ถึงแม้อุณหภูมิของการบ่มเทียมที่ไม่สูงมากเป็นข้อดีทางด้านค่าใช้จ่ายการผลิต แต่ก็ยังเป็นข้อจำกัดที่ทำให้อะลูมิเนียมสูญเสียความแข็งแรงเมื่อนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูงเช่นกัน

ตามมาตรฐาน EN 515 การบอกสถานะของการบ่มแข็งสังเกตได้จากตัวอักษร T หลังหมายเลขวัสดุ ตัวอย่างเช่น 2011-T8, 6061-T4 หรือ 7075-T6 เป็นต้น ความหมายของสถานะต่างๆ สามารถดูได้จากภาพที่ 2 นอกจากนี้ ในบางกรณียังมีการใช้ตัวเลขหลักที่ 2 เพื่อบอกสถานะและวัตถุประสงค์ของการบ่มแข็งที่ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น T73 เป็นการบ่มเกินขนาด เพื่อป้องกันการกัดกร่อนเนื่องจากความเค้น (stress corrosion) หรือ T76 เป็นการบ่มเกินขนาด เพื่อป้องกันการกัดกร่อนแบบหลุดเป็นชั้น (exfoliation corrosion) โดยคำนึงถึงความแข็งแรงของวัสดุด้วย

Temper	Definition
T1	Cooled from an elevated temperature shaping process and naturally aged
T2	Cooled from an elevated temperature-shaping process, cold worked, and naturally aged
T3	Solution heat treated, cold worked, and naturally aged
T4	Solution heat treated and naturally aged
T5	Cooled from an elevated temperature-shaping process and artificially aged
T6	Solution heat treated and artificially aged
T7	Solution heat treated and artificially overaged
T8	Solution heat treated, cold worked, and artificially aged
T9	Solution heat treated, artificially aged, and cold worked
T10*	Cooled from an elevated temperature shaping process, cold worked, and artificially aged

ภาพที่ 2 สถานะของการบ่มแข็ง ตามมาตรฐาน EN 515

# เครื่องบันทึกอุณหภูมิฟิสิกซ์ทีเอ็ม เกี่ยวข้องกับการบ่มแข็งอลูมิเนียมอย่างไร ?

การอบให้เป็นสารละลายของแข็ง และบ่มเทียม (T6) มาพร้อมกับความท้าทายด้านเทคโนโลยีมากมายซึ่งต้องใส่ใจกับการบันทึกอุณหภูมิ ความจำเป็นที่ต้องเผื่อสังเกตการปฏิบัติต่อสารละลาย กระบวนการชุบและบ่มแข็ง (age hardening) ไม่เพียงแต่จำเป็นต้องใช้ระบบที่จะป้องกันความร้อนตลอดระยะเวลายาวนานของกระบวนการเท่านั้น แต่ยังต้องทนทานต่อความแข็งที่จากการจุ่มลงใน การชุบน้ำระหว่างสองระยะความร้อนด้วย

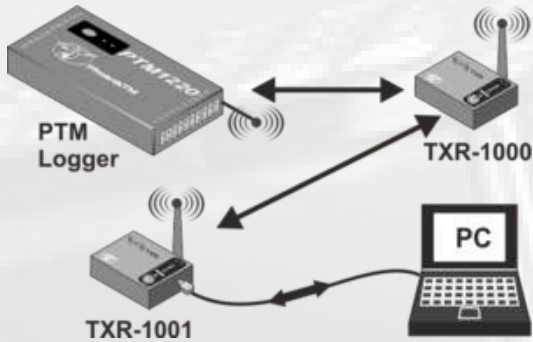


ระบบ PhoenixTM HTS06 ถูกออกแบบมาเป็นการเฉพาะเพื่อกระบวนการ T6 เครื่องบันทึกข้อมูล (datalogger) ถูกติดตั้งในช่องถึงน้ำของตัวกันความร้อน โดยมียางกันน้ำ(water tight seal) ที่ประกอบด้วยประเก็นรุ่นทนงานหนัก(heavy duty gaskets) และน็อตบีบอัด(compression glands) ที่เครื่องเทอร์โมคัปเปิลผ่านออก การปกป้องนี้ร่วมกับเครื่องบันทึกที่ได้มาตรฐาน IP67 ให้ความมั่นใจว่าเครื่องบันทึกนี้จะได้รับการปกป้องจากความเสียหายด้วยน้ำระหว่างการชุบ ร่างด้านนอกที่มีการป้องกันความร้อนด้วยถังน้ำหุ้มด้วยแผ่นหุ้มฉนวนกันความร้อน ทำให้สามารถดำเนินการผ่านกระบวนการทั้งสามโดยไม่มีกรขัดจังหวะ ในการชุบนั้น ถังน้ำจะถูกเติมและแผ่นหุ้มจะซึมซับน้ำเพื่อให้การป้องกันระหว่างกระบวนการบ่มแข็ง(age hardening process) ระบบ TS06 สามารถให้การปกป้องที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส/1022 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลาสูงถึง 20 ชั่วโมง

ประโยชน์สำคัญของระบบ TS06 คือเป็นตัวเลือกในการตรวจสอบด้วยคลื่นความถี่วิทยุแบบเวลาจริง (Real Time RF) สามารถตรวจสอบข้อมูลกระบวนการสผ่านกระบวนการทั้งหมดได้ ถึงแม้ว่าสัญญาณคลื่นวิทยุจะไม่สามารถเล็ดรอดออกมาจากการชุบได้ แต่คุณสมบัติ 'Catch Up' เฉพาะตัวนี้จะทำให้ข้อมูลนี้ถูกส่งออกมาได้เมื่อระบบนี้เข้าสู่เตาหลอมบ่ม (ageing furnace) การตรวจสอบอัตราและเวลาการชุบหลังจากการปฏิบัติสารละลายและก่อนการชุบเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้มั่นใจว่าได้ลักษณะของวัสดุที่ต้องการ เมื่อย้ายเข้าสู่การควบคุมด้วยระบบหุ่นยนต์มากขึ้นในเตาหลอมแบบหมุน T6 แบบไร้ตะกร้า(rotary T6 basketless furnaces) ที่ซึ่งพื้นที่มีความสำคัญมากยิ่งขึ้นและการควบคุมตัวกันอัตโนมัติเป็นสิ่งสำคัญ จึงจำเป็นต้องมีโซลูชันตัวกันแบบใหม่ต่อไป ตัวกัน 'Humpback' ที่เห็นนั้น เป็นการปรับตัวของระบบ TS06 ด้วยการนำหลักการป้องกันความร้อนด้วยถังน้ำมาใช้ ร่าง(cage) ที่มีแผ่นหุ้มความร้อนถูกแทนที่ด้วยฉนวนกันความร้อนแบบพรุน(microporous insulation skin) และปลอกเหล็กไร้สนิมที่แข็งแรง ตัวกันที่ได้สามารถทำให้เป็นรูปทรงที่มีอจับหุ่นยนต์(robotic clamps) สามารถจับตัวกันนี้เป็นในขั้นตอนการย้ายอัตโนมัติไปยังเตาหลอมหรือกระบวนการชุบ



## การสื่อสารสดทางวิทยุ (Live Radio Communication)



เครื่องบันทึกอุณหภูมิ PTM1200 พร้อมให้บริการด้วยตัวเลือกระบบคลื่นวิทยุ (RF) 2 ทางแบบเฉพาะตัว ทำให้สามารถตรวจสอบอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ ได้ขณะที่ระบบเดินทางพร้อมกับผลิตภัณฑ์ผ่านเตาหลอม ยิ่งไปกว่านั้น ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ระบบคลื่นวิทยุ สื่อสารกับเครื่องบันทึกที่ติดตั้งในตัวกันได้ เพื่อตั้งค่าใหม่ (reset) / ถ่ายโอนข้อมูล (download) ในจุดใดก็ได้ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการเดินเครื่อง

ด้วยการมีโปรโตคอลเครือข่าย 'Lwmesh' ประสิทธิภาพสูงจึงสามารถส่งสัญญาณคลื่นวิทยุผ่านเราเตอร์หลายชุดที่เชื่อมต่อกลับไปยังผู้ประสานงานหลักที่เชื่อมต่อกับเครื่อง PC ที่ทำการตรวจสอบอยู่ เราเตอร์ที่เชื่อมต่อแบบไร้สายตั้งอยู่ที่จุดสะดวกในกระบวนการเพื่อจับข้อมูลสดทั้งหมดโดยปราศจากความลำบากในการเชื่อมต่อสายเคเบิลการสื่อสารตามที่ระบบคลื่นวิทยุเพื่อการค้าอื่นๆ ต้องการ

ผู้ประกอบการในห้อง/สำนักงานควบคุมที่สะดวกสบายของเขาสามารถมองเห็นสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นในกระบวนการแบบสดๆ ได้ สำหรับกระบวนการนาน 11 ชั่วโมงข้อมูลสดเช่นนั้นทำให้ผู้ประกอบการมีความมั่นใจว่ากระบวนการนั้นกำลังทำงานโดยไม่ต้องรอรอยางหวาดหวั่นด้วยระบบที่ไม่มีคลื่นวิทยุที่ดาวนโหลดจากเครื่องบันทึกเมื่อการเดินเครื่องสิ้นสุดลง

ในหลายกระบวนการจะมีบางตำแหน่งที่ไม่สามารถเป็นไปได้ทางกายภาพที่จะได้รับสัญญาณคลื่นวิทยุจากเตาหลอม ด้วยระบบแบบเดิมส่วนนี้จะส่งผลมาในช่องว่างของข้อมูลกระบวนการ สำหรับระบบ PhoenixTM สิ่งนี้จะไม่เกิดขึ้นด้วยการใช้คุณสมบัติ 'catch up' อัตโนมัติเฉพาะตัว ข้อมูลใดก็ตามที่หายไปจะถูกส่งออกมาเมื่อมีการติดตั้งสัญญาณคลื่นวิทยุ (RF) ที่รับประกันในการประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่กว่ามีการวิเคราะห์ข้อมูลภายในกระบวนการ 100%



**P**  
Systems

Thermal profile solutions  
Training and calibration  
Equipment rental & service

บริษัท พีพี ซิสเต็ม จำกัด

ที่อยู่ : 49 ซอยลั่นเจืออนุสรณ์ 2 ถนนสุขุมวิท 70/3  
แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทรศัพท์ : 02 399 4930 | 080 220 0005

อีเมลล์ : pp@ppss.co.th

เว็บไซต์ : www.ppsystems.co.th

Line : @ppss