

ลักษณะการเป็นตัวของเหล็กชุบแข็งในของเหลว

เมื่อจุ่มชิ้นเหล็กที่มีอุณหภูมิสูงเกินอุณหภูมิวิกฤตของเหล็กลงในอ่างของเหลว ชิ้นเหล็กนี้จะเย็นลงเรื่อย ๆ อุณหภูมิที่ผิวและแกนกลางของชิ้นเหล็กจะเย็นลงไม่เท่ากัน ลักษณะการระบายความร้อนหรือการเย็นตัวของชิ้นเหล็ก ณ ที่ผิวและแกนกลางในขณะที่ยังจุ่มอยู่ในของเหลวพอที่จะจำแนกออกได้เป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ Vapour Blanket Stage , Boiling หรือ Vapour Transport Stage และ Liquid Cooling Stage

Vapour Blanket Stage

เมื่อจุ่มเหล็กที่ร้อนลงในของเหลวทันที สิ่งที่เกิดขึ้นก็คือความร้อนในเนื้อเหล็กจะทำให้ของเหลวรอบ ๆ เนื้อเหล็กกลายเป็นไอทันทีทันใด โไอนี้จะห่อหุ้มชิ้นเหล็กไว้ การถ่ายเทความร้อนระหว่างชิ้นงานและของเหลวจะไม่ดีเลย เนื่องจากมีไอร้อนเป็นฉนวนอยู่ โไอนี้เป็นตัวนำความร้อนที่ต่ำมาก ในงานชุบแข็งเหล็กเราต้องการให้การถ่ายเทความร้อนในขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างรวดเร็วที่สุดและสั้นที่สุด

Vapour Transport Stage

ขณะที่อุณหภูมิของชิ้นงานค่อย ๆ เย็นลง เนื่องจากการระบายความร้อน ใน Vapour Blanket Stage อุณหภูมินี้จะเย็นลงถึงจุดๆหนึ่งที่ไอร้อนชิ้นเหล็กไม่อาจคงสภาพอยู่ได้ ของเหลวรอบๆ ชิ้นงานก็เข้าไปสัมผัสกับผิวนอกของเนื้อเหล็กเกิดการเดือดอย่างรุนแรง ความร้อนจำนวนมากจากเนื้อเหล็กจะถูกดึงออกไปเพื่อใช้ในการเดือดในรูปของความร้อนแฝง ฟองที่เกิดจากการเดือดจะช่วยปั่นกววนของเหลวทำให้การถ่ายเทความร้อนดีขึ้น อัตราการเย็นตัวของเนื้อเหล็กในขั้นตอนนี้จะมากและอย่างน้อยจะต้องเท่ากับอัตราการเย็นตัววิกฤตของเหล็กนั้นๆ เพื่อให้แน่ใจว่าเนื้อเหล็กผิวนอกทั้งหมดจะถูกแปรสภาพให้อยู่ในโครงสร้างของ Martensite

Liquid Cooling Stage

หลังจากผ่าน Vapour Transport Stage แล้ว อุณหภูมิของเนื้อเหล็กจะลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิจุดเดือดของของเหลว การเดือดจะหยุด การถ่ายเทความร้อนในช่วงนี้อาศัยวิธีการพาและการนำความร้อน อุณหภูมิของของเหลวในขณะนี้จะอยู่ในราว 300 - 350 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิของเนื้อเหล็กที่เริ่มจะเปลี่ยนโครงสร้างไปเป็น Martensite การระบายความร้อนใน Stage นี้ต้องเป็นไปอย่างช้าๆ เพื่อให้อุณหภูมิผิวนอกและแกนในใกล้เคียงกันมากที่สุดเพื่อป้องกันการแตกร้าวหรือบิดเบี้ยวของชิ้นงาน ขณะที่เนื้อเหล็กจะเริ่มเปลี่ยนโครงสร้างจาก Austenite เป็น Martensite

จากการระบายความร้อน 3 ขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า สำหรับงานชุบแข็งเหล็กที่ดี Vapour Blanket Stage ควรจะเกิดขึ้นเร็วที่สุดและสั้นที่สุด อัตราการเย็นตัวของเนื้อเหล็กใน Vapour Transport Stage จะต้องสูงอย่างน้อยต้องเท่ากับอัตราการเย็นตัววิกฤตของเหล็กนั้นๆ ยิ่งอัตราการเย็นตัวมากกว่าเท่าใดเหล็กที่ชุบก็จะชุบได้แข็งกว่าและลึกกว่า และสุดท้ายในขั้นตอนของ Liquid Cooling Stage การระบายความร้อนต้องไม่เร็วเกินไป เหตุผลคือป้องกันไม่ให้อุณหภูมิที่ผิวและแกนในต่างกันมากเพื่อป้องกันการแตกร้าวหรือบิดเบี้ยวของชิ้นงาน นี่เป็นเหตุผลหนึ่งที่คนนิยมใช้น้ำมันสำหรับชุบแข็งเหล็กแทนน้ำ เพราะน้ำสามารถระบายความร้อนได้ค่อนข้างเร็วใน Liquid Cooling Stage ทำให้ชิ้นงานมีโอกาสบิดเบี้ยวและร้าวได้ง่าย