บทเรียนที่ 5

การแล่นประสาน

สาระสำคัญ

การแล่นประสาน เป็นกระบวนการที่ทำให้ชิ้นงานติดกันโดยให้ความร้อนกับชิ้นงาน จนร้อนแดง แต่ยังไม่ถึงจุดหลอมละลาย แล้วจึงเติมลวดประสานลงไป ลวดประสานจะมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าชิ้นงาน และลวดประสานจะเป็นตัวเกาะยึดชิ้นงานให้ติดกัน

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของการแล่นประสาน
2. หลักการแล่นประสาน
3. แหล่งความร้อนในการแล่นประสาน
4. ลวดประสาน
5. ตัวช่วยประสาน
6. รอยต่อ
7. ขั้นตอนการแล่นประสาน
8. ข้อดีของการแล่นประสาน
9. ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน การบัดกรี และการเชื่อมประสาน

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการแล่นประสาน ด้วยความถูกต้อง รอบคอบ และปลอดภัย

สมรรถนะประจำบทเรียน

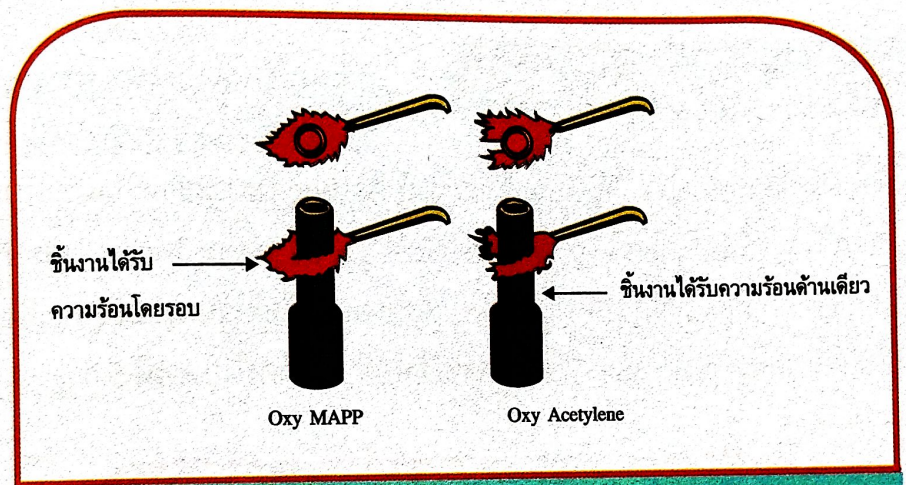
1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย หลักการ แหล่งความร้อนการแล่นประสาน ลวดประสาน และตัวช่วยประสาน
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับรอยต่อ ขั้นตอน ข้อดีของการแล่นประสาน ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน การบัดกรี และการเชื่อมประสาน
3. สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานและใช้เทคนิคการแล่นประสานได้ถูกต้องสมบูรณ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการแล่นประสานได้
2. มีทักษะเกี่ยวกับการแล่นประสาน
3. มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย ปฏิบัติตนตามแบบแผนหรือข้อบังคับที่สอดคล้องกับมาตรฐานในการปฏิบัติที่ดีของคนในสังคม มีความรับผิดชอบต่องานอาชีพ
4. ประยุกต์ใช้หลักการแล่นประสานที่เหมาะสมและถูกต้อง

การให้ความร้อนด้วยหัวเชื่อมแก๊ส (Torch)

การแล่นประสานด้วยแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สที่นิยมใช้กันมาก แต่แก๊สอะเซทิลีนให้ความร้อนสูงมาก อาจจะทำให้เกิดการไหม้แนวแล่นประสาน ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความชำนาญสูง มีเปลวไฟจากแก๊สบางชนิดที่ให้ความร้อนน้อยและแล่นประสานได้นิ่มนวลกว่า เช่น แก๊สโพรเพน แก๊สบิวเทน แก๊สธรรมชาติ และแก๊ส MAPP แก๊สดังกล่าวนี้จะให้ความร้อนน้อยกว่าแก๊สอะเซทิลีนเล็กน้อย แต่เปลวไฟจะก่อตัวเป็นรูปร่างที่ใหญ่กว่า เปลวไฟแก๊ส MAPP มีขนาดกว้างและใหญ่ให้ความร้อนกับชิ้นงานได้พื้นที่มาก สามารถแล่นประสานได้เร็ว เช่น ในการแล่นประสานท่อขนาดเล็ก เปลวไฟจะห่อหุ้มโดยรอบทำให้ลวดประสานสามารถจะแล่นประสานได้โดยรอบ โดยไม่ต้องหมุนชิ้นงานหรือเริ่มต้นเผาไหม้ในด้านตรงข้าม แก๊สผสมที่ใช้ในการผลิตแก๊ส MAPP มีโครงสร้างของอะตอม คือ คาร์บอน 3 อะตอม และมีไฮโดรเจน 4 อะตอม เป็นโมเลกุลของแก๊ส ซึ่งจะมีน้ำหนักและขนาดเหมือนแก๊สชนิดอื่น แต่มีรูปร่างที่แตกต่างจากแก๊สอื่น ดังแสดงในภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 *แสดงการให้ความร้อนของเปลวไฟ Oxy MAPP กับ Oxy Acetylene*

การให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า (Furnace)

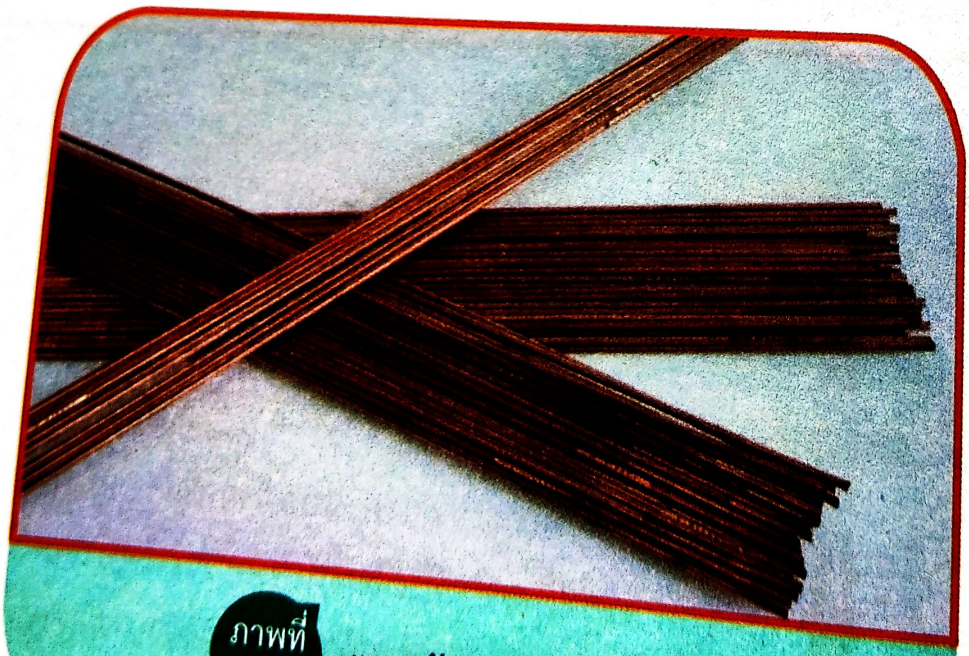
เป็นการให้ความร้อนโดยนำชิ้นงานไปวางในเตา ความร้อนนี้อาจได้มาจากไฟฟ้า น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ หรือแก๊สเชื้อเพลิงอื่น ๆ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ให้เกิดความร้อนมากเกินไป สามารถใช้กับแก๊สเฉื่อยได้ป้องกันออกไซด์ก่อตัวบนชิ้นงาน ควบคุมการรวมตัวของออกซิเจน ตลอดจนสามารถให้ความร้อนอย่างมีรูปแบบโดยความร้อนจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และมีอุณหภูมิเท่ากันทุกจุด ซึ่งจะลดการเกิดความเค้นและการบิดตัวในเนื้องานได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำเป็นขบวนการผลิตได้ เพราะสามารถแล่นประสานชิ้นงานได้ครั้งละมากชิ้น

ลวดประสาน

ลวดประสาน (Brazing Filler Metal) มีหน้าที่เป็นตัวยึดหรือประสานให้โลหะงานสองชิ้นติดกัน ลวดประสานจะต้องมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าชิ้นงานเพราะการแล่นประสานชิ้นงานไม่หลอมละลาย รูปร่างของโลหะประสานมีหลายรูปแบบ เช่น เป็นขดลวด (Coils) เป็นแท่ง (Rods) เป็นแผ่น (Sheets) การเลือกใช้ลวดประสานต้องดูที่ชิ้นงานว่าเป็นโลหะชนิดใด แล้วค่อยเลือกลวดประสานให้เหมาะสมกับโลหะชิ้นงาน ลวดประสานที่ใช้ทั่ว ๆ ไปมีดังนี้

ลวดประสานเงิน (Silver Alloy)

ลวดประสานเงินมีส่วนผสมเงินเป็นหลัก สัญลักษณ์ คือ BAg เหมาะสำหรับแล่นประสานทองเหลือง (Brass) เหล็กผสม (Alloy Steel) เหล็กสเตนเลส (Stainless Steel) นิกเกิล (Nickel) และบรอนซ์ (Bronze) เพราะจุดหลอมละลายของเงินจะต่ำกว่าเหล็ก นิกเกิล และบรอนซ์ เมื่อได้รับความร้อนจนถึงจุดหลอมละลาย ลวดประสานเงินจะหลอมละลายเข้าไปเกาะยึดรอยต่อได้พอดี ดังแสดงในภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 แสดงตัวอย่างลวดประสานเงิน

ลวดประสานอะลูมิเนียม (Aluminum Silicon)

ลวดประสานอะลูมิเนียมมีส่วนผสมเงินเป็นหลัก สัญลักษณ์ คือ BAlSi เหมาะสำหรับแล่นประสานอะลูมิเนียม (Aluminum) เพราะมีซิลิคอนเป็นส่วนผสมทำให้มีจุดหลอมละลายต่ำกว่าโลหะชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 5.5

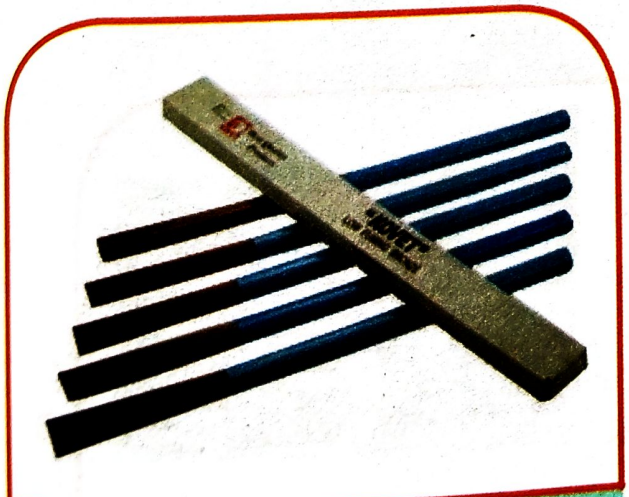
ลวดประสานทองเหลือง (Brass)

ลวดประสานทองเหลือง มีส่วนผสมทองแดงกับสังกะสี (Copper-Zinc) สัญลักษณ์ คือ BCuZn เหมาะสำหรับแล่นประสานเหล็กหล่อ (Cast Iron) เหล็กคาร์บอน (Carbon Steel) และเหล็กแกลวาไนซ์ (Galvanized Iron) เพราะจุดหลอมเหลวของเหล็กจะสูงกว่าทองเหลืองเมื่อเหล็กได้รับความร้อนจนแดง แต่ยังไม่ถึงจุดหลอมละลายลวดประสานทองเหลืองจะหลอมละลายเข้าไปเกาะยึดรอยต่อได้พอดี ดังแสดงในภาพที่ 5.6

ลวดประสานชนิดไส้ฟลักซ์

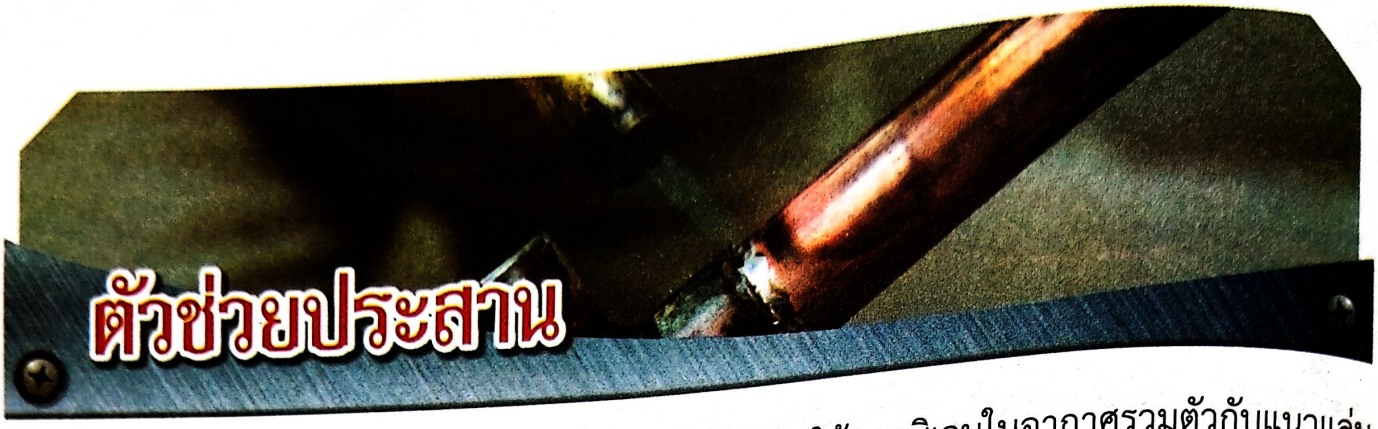
ลวดประสานชนิดไส้ฟลักซ์ ลวดประสานชนิดนี้จะใส่ตัวช่วยประสานไว้ในเส้นลวดสามารถแล่นประสานได้อย่างรวดเร็วและทำให้แนวประสานมีคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 5.7

ภาพที่ 5.5 แสดงตัวอย่างลวดประสานอะลูมิเนียม



ภาพที่ 5.6 แสดงตัวอย่างลวดประสานทองเหลือง

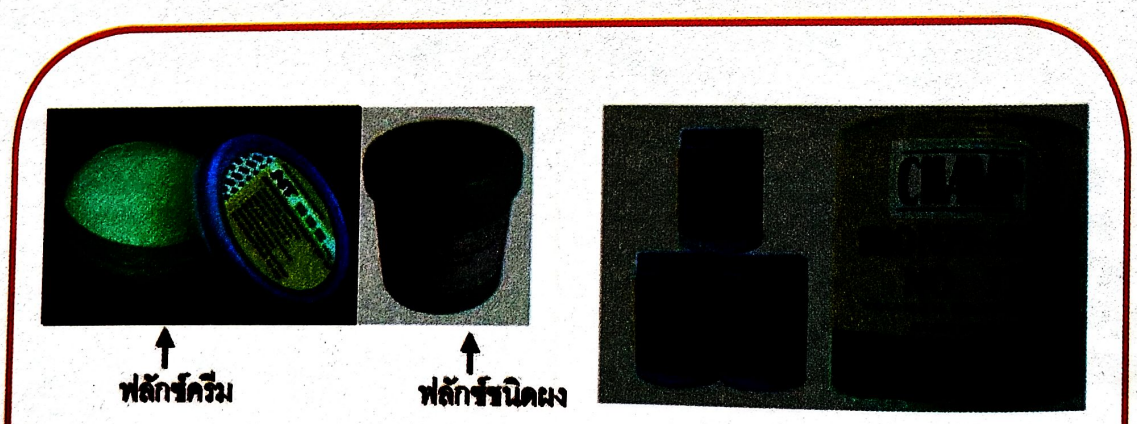
ภาพที่ 5.7 แสดงตัวอย่างลวดประสานชนิดไส้ฟลักซ์



ตัวช่วยประสาน

ตัวช่วยประสานหรือฟลักซ์ (Flux) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ออกซิเจนในอากาศรวมตัวกับแนวแล่นประสาน ซึ่งจะทำให้คุณภาพในการแล่นประสานลดลง เช่น ความแข็งแรงต่ำเกิดการกัดกร่อนง่าย เนื่องจากออกซิเจนในอากาศรวมตัวกับแนวแล่นประสานและทำให้เกิดสนิม ที่สำคัญสามารถช่วยทำให้การแล่นประสานง่ายขึ้น ฟลักซ์มีทั้งชนิดผงและชนิดของเหลว ซึ่งจะเป็นตัวทำความสะอาดรอยแล่นประสาน ขจัดออกไซด์ไม่ให้เกิดขึ้นกับรอยประสาน

ฟลักซ์ที่เหมาะสมกับลวดประสานชนิดลวดทองเหลือง คือ ผงบอแรกซ์ซึ่งนิยมใช้การผสมกรดบอแรกซ์ 75% กับกรดบอริก 25% ผงบอแรกซ์ที่ผสมอยู่อาจมีส่วนผสมของฟอสฟอรัส ส่วนการแล่นประสานเหล็กสเตนเลส ซิลิคอน บรอนซ์ ทองเหลืองเจือ ฯลฯ ใช้ฟลักซ์ชนิดอัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์ (Alkaline Bifluoride) กลิ่นระเหยของฟลักซ์นี้จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้น การปฏิบัติงานการแล่นประสานด้วยฟลักซ์ชนิดนี้จะต้องทำในที่มีระบบถ่ายเทอากาศได้ดี ส่วนในการแล่นประสานชนิดลวดเงินและทังสเตนกับทองแดง ฟลักซ์ที่ใช้ คือ โซเดียมไซยาไนต์เป็นฟลักซ์พิเศษสมบัติดีที่สุด แต่ฟลักซ์ชนิดนี้อันตราย กลิ่นที่ระเหยจะเป็นอันตรายอย่างมาก และอย่าให้ฟลักซ์สัมผัสกับส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายถ้าถูกต้องรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที ดังแสดงในภาพที่ 5.8



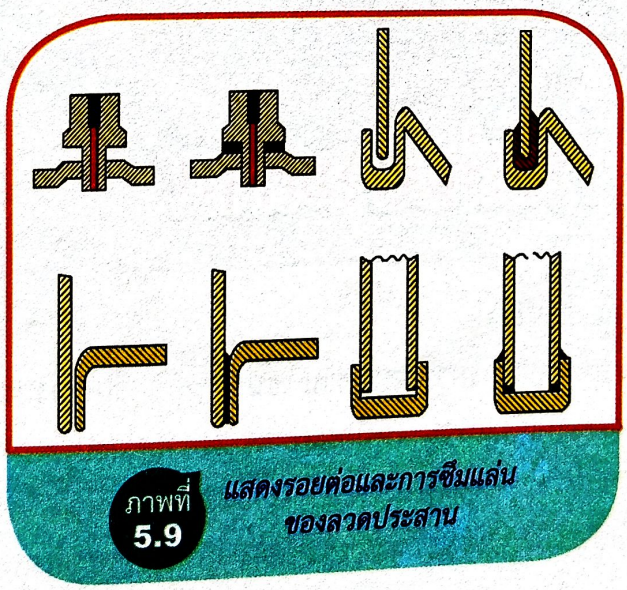
ภาพที่ 5.8 แสดงตัวอย่างฟลักซ์ชนิดต่าง ๆ

การเลือกใช้ตัวช่วยประสานขึ้นอยู่กับชนิดของลวดประสาน ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของแก๊สเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ชิ้นงานแล่นประสาน	ลวดประสาน	ตัวประสาน (Flux)
เหล็กหล่อ (Cast Steel) เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel)	ทองเหลือง, บรอนซ์	บอแรกซ์ (Borax)
เงิน, ทองแดง	เงิน, เงินผสม, ทังสเตน	โซเดียมไซยาไนต์ กรดบอริก กรดโบเรท
เหล็กไร้สนิม, ซิลิคอนบรอนซ์, เบริลเลียม, ทองเหลืองผสมอะลูมิเนียม	เงินผสม	อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์ (Alkaline Bifluoride)

การออกแบบรอยต่อ (Joint) ในการแล่นประสานขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความต้านทานแรงดึง ความสวยงาม ส่วนใหญ่แล้วจะนิยมใช้กับรอยต่อเกย เพราะจะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงมาก ดังแสดงในภาพที่ 5.9



ภาพที่ 5.9 แสดงรอยต่อและการซึมแล่นของลวดประสาน

การเว้นช่องรอยต่อระหว่างชิ้นงานต้องกระทำด้วยความระมัดระวังต้องเว้นให้ประสานช่องเล็กพอที่จะเกิด Capillary Attraction ได้ดี ไม่เว้นช่องใหญ่เกินไปเพราะนอกจากจะได้รอยบัดกรีที่ไม่แข็งแรงแล้ว ยังเป็นการสิ้นเปลืองลวดประสานอีก โดยทั่วไปนิยมเว้นช่องไว้ประมาณ 0.001-0.005 นิ้ว ถ้าเป็นงานเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ควรเว้นช่องว่างไว้ 0.001 นิ้ว (0.025 มิลลิเมตร)

ขั้นตอนการแล่นประสาน

การแล่นประสานมีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความสะอาดชิ้นงาน
2. ปรับเปลวไฟให้เป็นเปลวออกซิไดซิงอย่างอ่อน
3. เผาปลายลวดประสานให้ร้อน (กรณีใช้ฟลักซ์ผง)
4. จุ่มปลายลวดประสานที่กำลังร้อนลงในฟลักซ์ผง
5. เผาชิ้นงานบริเวณรอยต่อให้ร้อนแดง
6. เผาปลายลวดประสานที่จุ่มฟลักซ์ไว้แล้ว ให้ฟลักซ์ซึมแล่นเข้าไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อของชิ้นงาน
7. เผาลวดประสานให้หลอมละลาย ประสานเข้าไปในร่องรอยต่อ
8. ทำการแล่นประสานให้เต็มรอยต่อของชิ้นงาน
9. ทำความสะอาดชิ้นงาน

ข้อดีของการแล่นประสาน

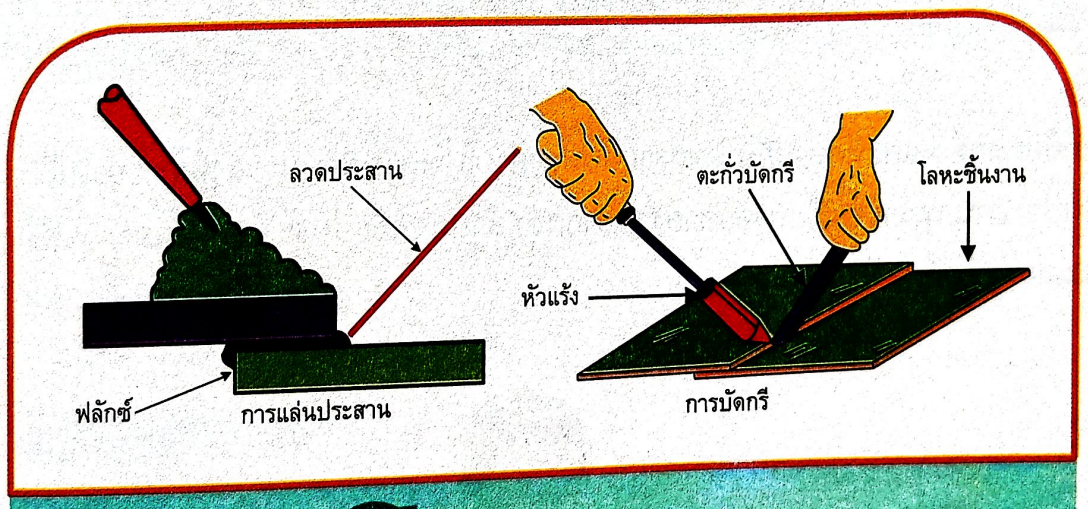
ข้อดีของการแล่นประสาน มีดังนี้

1. ใช้ยึดประกอบชิ้นงานที่ต้องการความสวยงาม เช่น งานบัดกรีเครื่องประดับต่าง ๆ
2. รอยต่อแนวประสานจะไม่เกิดแนวนูนเหมือนแนวเชื่อม งานบางประเภทไม่เป็นที่ต้องการ เพราะแนวนูนที่เกิดจากการเชื่อมอาจจะไปขวางทางเดินในการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรได้
3. ชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในน้อย โลหะบางประเภทเมื่อได้รับความร้อนแล้วความแข็งแรงจะลดลง
4. ชิ้นงานเกิดการบิดตัวน้อย เนื่องจากใช้ความร้อนน้อย
5. เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเพราะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมงานก่อนการแล่นประสานและหลังการแล่นประสาน

ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน การบัดกรี และการเชื่อมประสาน

ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน (Brazing) กับการบัดกรี (Soldering)

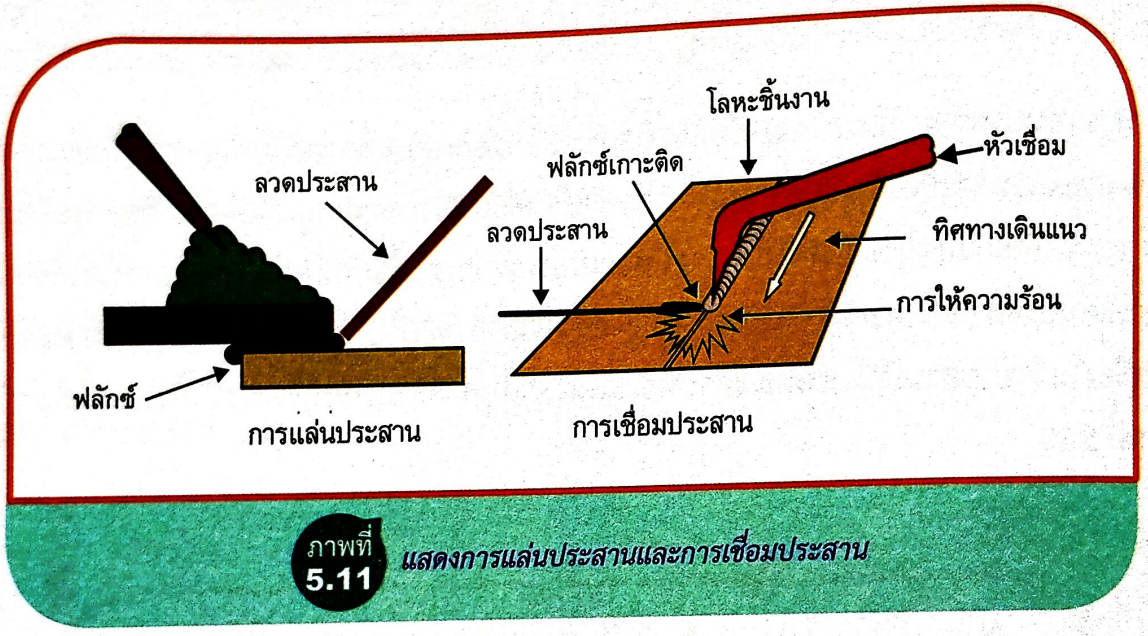
การแล่นประสาน (Brazing) กับการบัดกรี (Soldering) แตกต่างกันที่อุณหภูมิที่ใช้และชนิดของลวดประสาน โดยที่งานบัดกรีจะใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 840° F (450° C) เป็นอุณหภูมิที่เพียงพอต่อการหลอมละลายลวดประสาน (ตะกั่วบัดกรี) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีส่วนผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก ความร้อนที่ใช้ได้จากหัวแร้ง ส่วนการแล่นประสาน (Brazing) จะใช้อุณหภูมิสูงกว่า 840° F (450° C) ลวดประสานที่ใช้ก็คือ ลวดประสานทองเหลือง ลวดประสานเงิน ลวดประสานทองแดงผสมดีบุก ความร้อนที่ใช้ได้จากหัวเชื่อมแก๊ส ดังแสดงในภาพที่ 5.10



ภาพที่ 5.10 แสดงการแล่นประสานและการบัดกรี

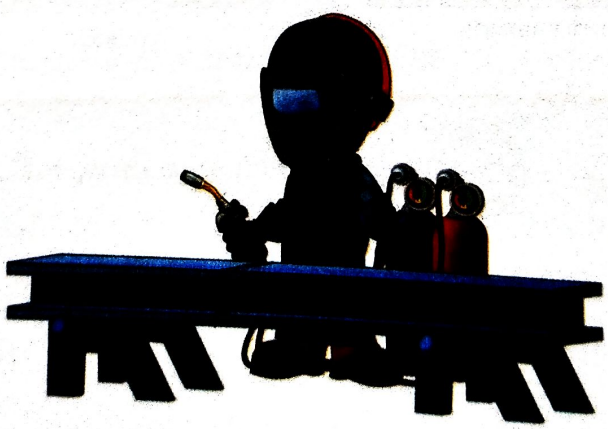
ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน (Brazing) กับการเชื่อมประสาน (Braze Welding)

การแล่นประสานลวดประสานจะเป็นการซึมแล่นเข้าไปในรอยต่อ ส่วนการเชื่อมประสาน (Braze Welding) จะคล้ายกับการเชื่อมปกติที่ชิ้นงานกับโลหะประสานจะหลอมรวมตัวกัน แต่ชิ้นงานไม่หลอมละลาย การแล่นประสาน (Brazing) จะคล้ายกับการเชื่อมประสาน (Braze Welding) คือ ชิ้นงานจะไม่หลอมละลายเหมือนกัน มีอุณหภูมิการหลอมละลายใกล้เคียงกัน ความร้อนที่ใช้ได้จากหัวเชื่อมแก๊ส ดังแสดงในภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.11 *แสดงการแล่นประสานและการเชื่อมประสาน*

จากข้อแตกต่างและที่คล้ายกันของการแล่นประสานและการเชื่อมประสาน การนำไปใช้งานจะนิยมใช้การแล่นประสาน เพราะจะเรียบร้อยสวยงามมากกว่า ส่วนการเชื่อมประสาน ส่วนมากจะใช้กับรอยบากร่องต่อชนและต่อตัวทีเท่านั้น



สรุป

การแล่นประสาน เป็นกระบวนการที่ทำให้ชิ้นงานติดกันโดยให้ความร้อนกับชิ้นงานจนร้อนแดง แต่ยังไม่ถึงจุดหลอมละลาย แล้วจึงเติมลวดประสานลงไป ลวดประสานจะมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าชิ้นงานและลวดประสานจะเป็นตัวเกาะยึดชิ้นงานให้ติดกัน การแล่นประสานสิ่งที่ต้องศึกษาให้เข้าใจและนำไปปฏิบัติมีดังนี้

1. ความหมายของการแล่นประสาน
2. หลักการแล่นประสาน
3. แหล่งความร้อนในการแล่นประสาน (Heat Source)
   - 3.1 การให้ความร้อนด้วยหัวเชื่อมแก๊ส (Torch)
   - 3.2 การให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า (Furnace)
4. ลวดประสาน (Brazing Filler Metal)
   - 4.1 ลวดประสานเงิน (Silver Alloy)
   - 4.2 ลวดประสานอะลูมิเนียม (Aluminum Silicon)
   - 4.3 ลวดประสานทองเหลือง (Brass)
   - 4.4 ลวดประสานไส้ฟลักซ์ (Flux Core Wire)
5. ตัวช่วยประสาน (Flux)
6. รอยต่อ (Joint)
7. ขั้นตอนการแล่นประสาน
8. ข้อดีของการแล่นประสาน
9. ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน การบัดกรี และการเชื่อมประสาน
   - 9.1 ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน (Brazing) กับการบัดกรี (Soldering)
   - 9.2 ข้อแตกต่างของการแล่นประสาน (Brazing) กับการเชื่อมประสาน (Braze Welding)

คำถามท้ายบทเรียนที่ 5

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ตัวช่วยประสานชนิดผงที่ใช้กับการเชื่อมทองเหลืองคือข้อใด
   ก. บอแรกซ์ ข. กรดโบริก ค. โซเดียมไซยาไนต์ ง. อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์
2. ตัวช่วยประสานที่ใช้กับการเชื่อมเหล็กไร้สนิมคือข้อใด
   ก. บอแรกซ์ ข. กรดโบริก ค. โซเดียมไซยาไนต์ ง. อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์
3. ตัวช่วยประสานที่ใช้กับการเชื่อมทองแดงคือข้อใด
   ก. บอแรกซ์ ข. กรดโบริก ค. โซเดียมไซยาไนต์ ง. อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์
4. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของลวดประสานเงิน
   ก. BCuZn ข. BAu ค. BAg ง. BAlSi
5. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของลวดประสานทองเหลือง
   ก. BCuZn ข. BAu ค. BAg ง. BAlSi
6. การแล่นประสานหมายถึงข้อใด
   ก. การประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยเนื้อโลหะหลอมละลายรวมกัน
   ข. การประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันด้วยการหลอมละลายลวดประสานที่อุณหภูมิสูงกว่า 840° F โดยที่โลหะงานทั้งสองชิ้นไม่หลอมละลาย
   ค. การประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันด้วยการหลอมละลายลวดประสานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 840° F โดยที่โลหะงานทั้งสองชิ้นไม่หลอมละลาย
   ง. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.
7. การแล่นประสานสามารถทำได้ตามข้อใด
   ก. ประสานโลหะสองชนิดที่แตกต่างกันให้ติดกันได้
   ข. ประสานโลหะสองชิ้นที่เหมือนกันให้ติดกันได้
   ค. ประสานโลหะและอโลหะให้ติดกันได้
   ง. ถูกทุกข้อ

8 การแล่นประสานแตกต่างจากการเชื่อมประสานตามข้อใด
ก. การเชื่อมชิ้นงานหลอมละลาย แต่การแล่นประสานชิ้นงานไม่หลอมละลาย
ข. การเชื่อมประสานลวดเชื่อมหลอมละลาย แต่การแล่นประสานลวดประสานไม่หลอมละลาย
ค. การแล่นประสานแข็งแรงกว่างานเชื่อมประสานเนื่องจากลวดประสานเป็นโลหะผสม
ง. การแล่นประสานใช้อุณหภูมิสูงกว่าการเชื่อมประสานเล็กน้อย

9 การแล่นประสานแตกต่างจากงานบัดกรีอ่อนอย่างไร
ก. การแล่นประสานใช้อุณหภูมิสูงกว่า 840° F แต่งานบัดกรีอ่อนใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 840° F
ข. งานบัดกรีอ่อนชิ้นงานมีความแข็งแรงน้อยกว่าการแล่นประสาน
ค. งานบัดกรีอ่อน แนวบัดกรีมีขนาดเล็กกว่าบัดกรีแข็ง
ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ค.

10 ข้อใดคือสัญลักษณ์ของลวดประสานเงิน
ก. BCuZn ข. BAu ค. BAg ง. BAlSi

11 ชิ้นงานอะลูมิเนียมควรใช้ลวดประสานชนิดใด
ก. BCuZn ข. BAu ค. BAg ง. BAlSi

12 ชิ้นงานทังสเตนควรใช้ลวดประสานชนิดใด
ก. BCu ข. BNi ค. BAg ง. BCuP

13 การแล่นประสานท่อขนาดเล็กแก๊สที่ให้ความร้อนน้อยและนิ่มนวลกว่าคือข้อใด
ก. อะเซทิลีน ข. บิวเทน ค. ไฮโดรเจน ง. ไนโตรเจน

14 ลวดประสานที่เป็นเงินควรเว้นช่องว่างระหว่างชิ้นงานเท่าไร
ก. 0.15-0.61 มิลลิเมตร ข. 0.05-0.61 มิลลิเมตร
ค. 0.05-0.12 มิลลิเมตร ง. 0.05-0.21 มิลลิเมตร

15 แก๊สเมทิลอะเซทิลีนและโพรพาดีนผสมกับแก๊สออกซิเจนจะให้ความร้อนกี่องศา
ก. 2,297° C ข. 2,792° C ค. 2,972° C ง. 2,927° C

16 ข้อใดไม่ใช่ชนิดของลวดประสาน
ก. ทองเหลือง ข. เงิน ค. ทองแดงผสม ง. เหล็กหล่อ

17 การเลือกลวดประสานควรพิจารณาจากอะไร
ก. เลือกลวดประสานตามชนิดของโลหะชิ้นงาน
ข. จุดหลอมละลายของลวดประสานต้องต่ำกว่าชิ้นงานที่จะแล่นประสาน
ค. เลือกตามชนิดของฟลักซ์ที่ใช้
ง. ถูกทุกข้อ

18 ฟลักซ์ที่ใช้กับลวดประสานทองเหลืองควรใช้ฟลักซ์ประเภทใด

ก. ผงบอแรกซ์
ข. โซเดียมไซยาไนต์
ค. อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์
ง. ถูกทุกข้อ

19 การแล่นประสาน (Brazing) ด้วยลวดประสานทองเหลืองแตกต่างจากการเชื่อมประสาน (Braze Welding) ด้วยลวดประสานทองเหลืองอย่างไร

ก. การแล่นประสานใช้อุณหภูมิสูงกว่า 840 ° F แต่การเชื่อมประสานใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 840 ° F
ข. การแล่นประสานชิ้นงานมีความแข็งแรงน้อยกว่าการเชื่อมประสาน
ค. การเชื่อมประสานชิ้นงานจะหลอมละลายเข้ากับลวดประสาน
ง. การแล่นประสานลวดประสานจะไหลเข้าไปในรอยต่อ แต่การเชื่อมประสานลวดประสานจะไม่ไหลเข้าไปในรอยต่อ

20 ลวดประสานชนิดใดที่ใช้กับชิ้นงานที่เป็นทองแดง

ก. ทอง
ข. เงิน
ค. ทองแดง
ง. อะลูมิเนียม