	ใบเนื้อหา	หน้าที่11
	ชื่อวิชา งานเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม1 รหัสวิชา20103 - 2005	สัปดาห์ที่3
	เรื่องหน่วยที่2เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมทิก	เวลา 6 ชั่วโมง

สาระส าคัญ

1. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม
2. ระบบกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม
3. หัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม
4. ส่วนประกอบของหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม
5. โลหะเติม
6. แท่งทังสเตน
7. แก๊สคลุม

จุดประสมรรถนะประจ าหน่วยวิชา

1. บอกหน้าที่ของเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์ ถูกต้อง
2. สามารถเลือกใช้กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายหลักการท างานของหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมได้อย่างถูกต้อง
4. บอกหน้าที่ของส่วนประกอบของหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมได้อย่างถูกต้อง
5. บอกวิธีการเลือกโลหะเติมในการเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมได้ถูก
6. บอกชนิดของแท่งทังสเตน ในการเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแมได้ถูกต้องังสคลุ
7. บอกชนิดของแก๊สปกคลุมแนวเชื่อมในการเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊

กิจกรรมการเรียนการสอน

การน าเข้าสู่บทเรียน

1) ครูเช็คชื่อนักศึกษา

สังเกตพฤติกรรมการท างานกลุ่ม

ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้

2) ครูเล่าเรื่องที่เกี่ยวกับการเรียน

การเรียนรู้

1) ครูบรรยายเนื้อหาจากเอกสารประกอบ เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเช ทังสเตนแก๊สคลุม

2) บรรยายเนื้อหาจากPower point

3) ครูถาม-ตอบ

การสรุป

1) สรุปเนื้อหา เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคล

2) สาธิตการท างานตามใบงาน

3) ท าแบบทดสอบหลังเรียน

หลักความปลอดภัยการเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม

- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุงผู้เรียนต้องเกิดพฤติกรรมทั้งอย่า แบบสังเกตพฤติกรรมการท างานกลุ่ม จึงถือว่า ผ่านเกณฑ์
- แบบประเมินผลการเรียนรู้เกณฑ์ผ่าน ท าถูกต้องครึ่งหนึ่ง
- แบบประเมินคุณธรรมจริยธรรมค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมิสภาพจริง

2.เครื่องมือ และอุปกรณ์กระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม

การเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมมีเครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

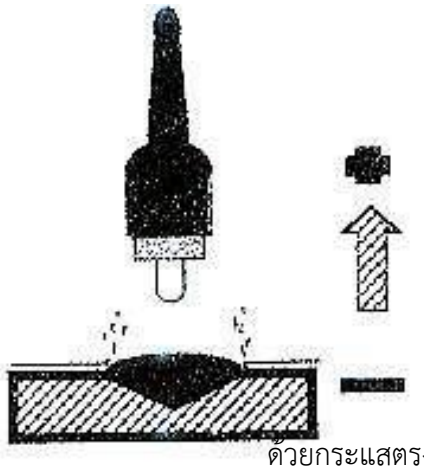
2.1 เครื่องเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม(PowerSource) เครื่องเชื่อมที่ใช้กับการเชื่อมอาร์งสเตนแก๊สคลุมทั จะต้องเป็นเครื่องเชื่อมที่ออกแบบมาเป็น ระบบความถี่สูงHigh(Frequency) และมีสวิทซ์อัตโนมัติSolenoid(Valve) ส าหรับใช้ควบคุมการไหลของแก๊สแ เพื่อท าให้เกิดความสมบูรณ์ในการอและก**าร์**ระบายความร้อนของหัวเชื่อม โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเช เป็นเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแสTransformer(Rectifier) จะจ่ายกระแสไฟเป็นกระแสตรงDC() และ กระแสสลับ AC() หรือเครื่องเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมที่เป็นแบบก าเนิดไฟฟ้าขับด้วยมอเตอร์หรือเครื่องยนต์รว ถึงเครื่องเชื่อมแบบInverter ที่มีขนาดเล็กสามารถน ามาใช้งานได้สะดวก และมีฟังก์ชั่นเพื่อให้การเ มากยิ่งขึ้น

รูปที่2.1 แสดงเครื่องเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมแบบ(Inverter)
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

เครื่องเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมแบบInverter) ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมสามารถเลือกใช้กระแสไฟต(การใช้งานได้ คือ กระแสตรงขั้วบวกDCEP)(และกระแสตรงขั้วลบDCEN() หรือกระแสสลับAC() ส าหรับระบบท ความถี่สูงนั้น จะช่วยให้การเริ่มต้นการอาร์คง่ายขึ้น

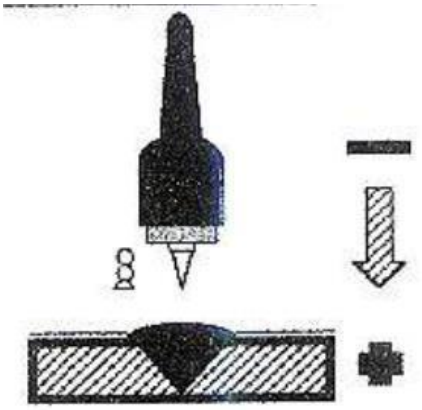
2.2 ระบบกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมโดยทั่วไปกระแสไฟที่นิยมใช้ในการเชื่อม ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมมีอยู่ 3 แบบ คือ

2.2.1 กระแสตรงขั้วบวกDCEP (Direct Current Electrode Positive) หมายถึง หัวเชื่อมหรื ทังสเตนใช้ไฟกระแสเชื่อมเป็นขั้วบวก ส่วนชิ้นงานเชื่อมจะเป็นขั้วลบ ความร้อนที่ได้จากการเชื หรือแท่งทังสเตนมาก โดยเกิดความร้อนที่แท่งทังสเตน ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ และเกิดความร้อนกับชิ้ 30 เปอร์เซ็นต์ แนวเชื่อมที่ได้จะมีลักษณะกว้างและหลอมละลายลึกน้อยจะไม่ค่อยนิยมใช้เชื่อม เน ทังสเตนมีความร้อนมาก ท าให้แท่งทังสเตนหลอมละลายลงในบ่อหลอมเหลวและรวมตัวกับแนวเชื่อมกลายเป จุดบกพร่อง ในแนวเชื่อม คือ ทังสเตนฝังในแนวเชื่อม โดยทั่วไปจะใช้ในการเชื่อมโลหะพวกทองเหลื
ทังสเตนที่มีขนาดโตกว่าการเชื่อมโลหะด้วยกระแสตรงขั้วลบDCEN) (



รูปที่2.2 แสดงลักษณะการเชื่อม ด้วยกระแสตรงขั้วบวกDCEP() ที่มา : ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

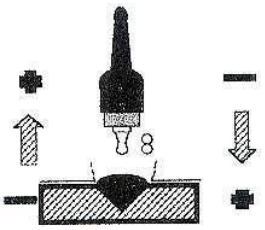
2.2.2 กระแสตรงขั้วลบDCEN (Direct Current Electrode Negative) หมายถึง หัวเชื่อมหรื ทังสเตนใช้ไฟกระแสเชื่อมเป็นขั้วลบส่วนชิ้นงานเป็นขั้วบวก ลักษณะนี้ประจุไฟฟ้าลบจะไหลจากหั
ไปสู่ชิ้นงาน ความร้อนที่เนจะเกิดกับแผ่นชิ้นงานขึ้ ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ และเกิดกับแท่งทังสเต เปอร์เซ็นต์ แนวเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแคบ และหลอมละลายลึก ส่วนมากจะใช้เชื่อมโลหะเหล็กกล้ คาร์บอนเหล็กสแตนเลส เป็นต้น



รูปที่2.3 แสดงลักษณะการเชื่อมด้วยกระแสตรงขั้วลบDCEN) (

ที่มา : ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

2.2.3 กระแสไฟสลับ และระบบความถี่สูงACHF (Alternating Current & High Frequency) การเชื่อมโลหะ ใช้กระแสไฟสลับ และระบบความถี่สูงACHF() เป็นสิ่งที่จ าเป็นมาก ในการเชื่อมโลหะที่มีออกไซด์ฉา ชิ้นงาน จะมีผลดีกับการเชื่อมอลูมิเนียม เพราะท าให้เกิดการซึมลึกและแนวเชื่อมความสะอาด ถ้า กระแสไฟ จะพบว่า ครึ่งไซเกิลแรก ที่แท่งทังสเตนเป็นขั้วลบาให้ชิ้นงานที่เชื่อมเกิดความร้อนมากให้การซึ ครึ่งไซเกิลต่อมาที่แท่งทังสเตนเป็นขั้วบวก ท าให้ออกไซด์ที่เคลือบผิวชิ้นงานแตกออกจากก กระแสไฟสามารถก าจัดสิ่งสกปรกออกได้ด้วย ดังนั้นจึงเหมาะสมส าหรับการเชื่อมอลูมิเนียมให้ออกไซด์เนื่อง เคลือบริเวณผิวอลูมิเนียมที่มีจุดหลอมละลายประมาณ2,100 องศาเซลเซียสหลุดออกมา ในขณะที่เนื้อของอลู จะมีจุดหลอมละลายประมาณ 660.32 องศาเซลเซียสเท่านั้น



รูปที่2.4 แสดงลักษณะการเชื่อมด้วย กระแสไฟสลับ และระบบความถี่ส (ACHF)

ที่มา: ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

ตารางที่2.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม

กระแสตรงขั้วบวก (DCEP)	กระแสตรงขั้วลบ (DCEN)	กระแสไฟสลับระบบความถี่สู (ACHF)
แท่งทังสเตน เป็นขั้วบว	แท่งทังสเตน เป็นขั้วล	กระแสไฟสลับความถี่สูง
1) ขจัดออกไซด์บนผิวชิ้นงาน ระหว่างเกิดการอาร์ค	1) ไม่ขจัดออกไซด์บนผิวของ ชิ้นงานระหว่างเกิดการอาร	1) ขจัดออกไซด์บนผิวของชิ้นง ระหว่างอาร์คทุก ๆ ครึ่งไซเก
2) ความร้อนเกิดขึ้นที่ชิ้น 30 เปอร์เซ็นต์แท่งทังสเตน 70 เปอร์เซ็นต์	2) ความร้อนเกิดขึ้นที่ชิ 70 เปอร์เซ็นต์แท่งทังสเตน 30 เปอร์เซ็นต์	2) ความร้อนเกิดขึ้นที่ชิ้นงา 50 เปอร์เซ็นต์แท่งทังสเตน 50 เปอร์เซ็นต์
3) ซึมลึกน้อย	3) ซึมลึกสูง	3) ซึมลึกปานกลาง
4) รอยเชื่อมกว้าง	4) รอยเชื่อมแคบ	4) รอยเชื่อมปานกลาง

ที่มา:ประทีป ระงับทุกข์.2557:162

2.3 หัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมTIGWELDING(TORCH)

หัวเชื่อมส าหรับการเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมเป็นตัวที่ใช้ท าหน้าท เป็นตัวจับยึดแท่งทังสเตน โดยให้กระแสไฟไหลผ่านไปยังชิ้นงาน และเป็นตัวที่ปล่อยให้แก๊สผ่าน

ผ่านออกมารอบ ๆ แท่งทังสเตน เพื่อใช้สรับปกคลุมแนวเชื่อมโดยมีหัวฉีดาห(Nozzle) เป็นตัวบังคับการไหลผ่านขอ ส่วนด้ามของหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมถูกสร้างขึ้นด้วยฉนวน และสามารถปรับเลือกใช้แท่ง หัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมที่ใช้ในการเชื่อมโลหะมีอยู่ชนิดได้แก่ 2

2.3.1 หัวเชื่อมระบบระบายความร้อนด้วยอากาศAircooled(torch) โดยที่จริงแล้วหัวเชื่อมช ระบายความร้อนด้วยแก๊สปกคลุม ส าหรับอากาศที่ระบายความร้อนออกจะเป็นอากาศที่อยู่โดยรอบห ความร้อนได้น้อยมาก หัวเชื่อมมีน้ าหนักเบา ขนาดกะทัดรัด และราคาถูกกว่าหัวเชื่อมระบบระบายความร้อนด้ว เหมาะส าหรับเชื่อมงานที่ไม่หนักมากนัก

รูปที่2.5 แสดงหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

2.3.2 หัวเชื่อมระบบระบายความร้อนด้วยน้Water าcooled(torch) เป็นหัวเชื่อม ที่ระบายความร้อนด้วยน้ า เหมาะส าหรับการเชื่อมงานแบบต่อเนื่องไม่หยุดพัก

รูปที่2.6 แสดงหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม ระบบระบายความร้อนด้วยน้ า ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

2.4 ส่วนประกอบของหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม

หัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมมีหลักการท างาน และวิธีการเลือกใช้ โดยหัวเชื่อมอาร ส่วนประกอบดังนี้

รูปที่2.7 แสดงส่วนประกอบของหัวเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

1) ด้ามจับTorch(Body) โดยเป็นส่วนล าตัวของหัวเชื่อม ภายในด้ามจับท าด้วยทองแดงผสม ของแก๊สปก คลุมทางเดินของน้ าที่ใช้ในการระบายความร้อนและกระแสไฟ ด้ามจับจะหุ้มด้วยวัสดุที่เป็นฉน ร้อน และกระแสไฟที่เกิด จากการเชื่อม

รูปที่ 3.13 แสดงรูปด้ามจับ

รูปที่2.8 แสดงรูปของด้ามจับ
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

2) หัวฉีดNozzle() เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม มีอยู่หลายชนิด (Ceramic), โลหะ, แก้ว Fused(quartz) และชนิดDual Shield Nozzle หัวฉีดชนิดที่ท าจากกระเบื้องCeramic) (เป็นที่นิยมใช้เนื่องจากราคาถูก แต่หัวฉีดที่ใช้ส าหรับการระบายความร้อนด้วยน้ าจะมีอายุการใช้ง (Ceramic)

รูปที่2.9 แสดงรูปของหัวฉีดแบบกระเบื้องCeramic()
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

3) Collet Holder เป็นอุปกรณ์ที่ยึดติดกับล าตัวหัวเชื่อมด้วยเกลียวColletHolderทาด้วยทองแดงผสท าหน้าที่บีบจับCollet ให้จับแท่งทังสเตนให้แน่น

รูปที่2.10 แสดง Collet Holder
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

4) Collet หรือ Electrode Collet เป็นอุปกรณ์จับแท่งทังสเตน ซึ่งก าหนดตามขนาดเส้นผ่ าของแท่งทังสเตน

รูปที่2.11 แสดง Collet
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

5) วงแหวนยาง (O Ring) เป็นอุปกรณ์ลักษณะวงแหวนยางกลม ที่ประกอบบริเวณโคน เกลียว ของฝาครอบ ส าหรับป้องกันแก๊สรั่ว

รูปที่2.12 แสดงรูปวงแหวนยาง
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

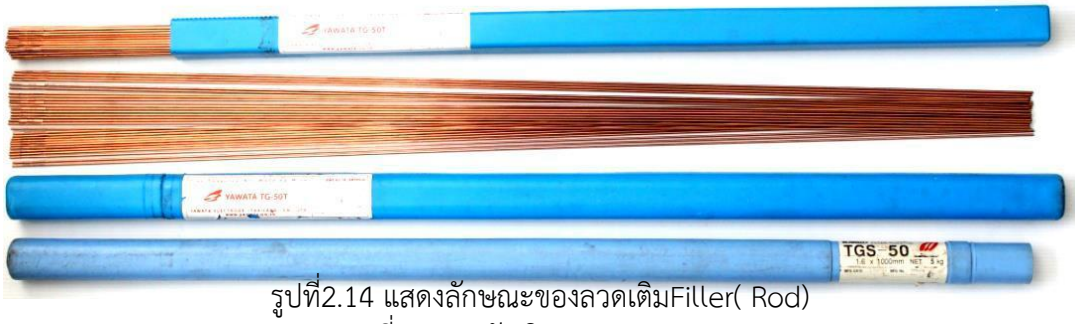
6) ฝาครอบ (Cap) เป็นอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณปลายสุดของมี**ห**น้าที่ป้องกันไม่ให้แก๊สไหัวเชื่อม เป็นตัวป้องกัน ไม่ให้อากาศไหลไปผสมกับแก๊สภายในหัวเชื่อม

รูปที่2.13 แสดงรูปฝาครอบ
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

2.5 โลหะเติม(Filler Rod)

โลหะเติม Rod)(ในงานเชื่อมTIG การเชื่อมTIG คล้ายกับการเชื่อมด้วยแก๊ส มีลักษณะการเชื่ เชื่อมแบบสร้างบ่อหลอมละลายให้ชิ้นงานสองชิ้น หลอมละลายติดกัน หรือการเชื่อมสร้างบ่อห**ล**อมลหะ เติม Rod)(ลงไปในเนื้อแนวเชื่อม ซึ่งเนื้อเชื่อมที่ได้จะมีคุณสมบัติที่เหมือนกับโลหะเติมโลหะเติมส หรับการเชื่อมTIG มี อยู่หลายรูปแบบ ได้แก่ แท่งตรงRot)ใช้ในเชื่อมทั่วไป(และม้วนSpool Wire)(ใช้ในการเชื่อมแบบอัตโนมัติ ขนา โตและความยาวเป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างAWSได้มีข้อกตาม าหนด ถึงส่วนผสมของวัสดุเติมช ต่าง ๆ ส าหรับการเชื่อมTIGดังนี้

ชิ้นงานที่ใช้เชื่อม	ชนิดของลวดเติม ตามAWS
อลูมิเนียม ผสมAluminum(alloys)	A5.10
ทองแดง ผสม (Copper alloys)	A5.7
แมกกานีส ผสม Magnesium(alloys)	A5.19
นิกเกิล ผสมNickel(alloys)	A5.14
เหล็กกล้าคาร์บอนCarbon(steel	A5.18
สแตนเลส (Stainless steel	A5.9
ไททาเนียม ผสม Titanium(alloys)	A5.16



รูปที่2.14 แสดงลักษณะของลวดเติมFiller(Rod)
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

ตัวอย่างโลหะเติมเหล็กกล้าคาร์บอน AWSตาม A5.18

ER 70S-2

E	=	Electrode
R	=	Rod
70	=	ความเค้นแรงดึงต่ 70,000าสุด ปอนด์/ตารางนิ้ว
S	=	ลวดไส้ต้น
2	=	ส่วนผสมทางเคมี

ตัวอย่าง โลหะเติมสแตนเลส ตามAWS A5.9

ER-347

E	=	Electrode
R	=	Rod
347	=	ชนิดส่วนผสมของStainless Steel โดยก าหนดเป็นเบอร์ซึ่งเบอร์ 347 เป็นชนิดออสเทนไนท์ (กลุ่ม300)

ฉะนั้นการเลือกชนิดของลวดเติม(Rod)จึงมีความส าคัญที่จะท าให้เนื้อแนวเชื่อมมีคุณภาพการเชื่อมและในบางค เหล็กหล่อ สามารถใช้ลวดเติม สแตนเลส ในการเชื่อมได้

2.6 แท่งทังสเตนTungsten(Electrodes)

แท่งทังสเตนที่ใช้ในการเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมนั้น จะแตกต่างจากลว ในกระบวนการเชื่อมอื่นๆเนื่องจากแท่งทังสเตนจะท าหน้าที่ส าหรับอาร์คโลหะให้เกิดความร้อนเท่า ส าหรับเติมเนื้อแนวเชื่อม แท่งทังสเตนมีจุดหลอมเหลวสูงประมาณ 3,410 องศาเซลเซียส (6,170 องศา เป็นที่นิยมน ามาใช้ท าเป็นลวดเชื่อมแบบไม่สิ้นเปลือง ซึ่งแท่งทังสเตนมีความบริสุทธิ์ประมา

รูปที่2.15 แสดงแท่งทังสเตน
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

ตารางที่2.2 แสดงส่วนผสมของแท่งทังสเตน, มาตรฐาน, สัญลักษณ์สี และการใช้งาน

ส่วนผสมของแท่งทังสเตน	มาตรฐาน	สัญลักษณ	การใช้งาน
ทังสเตนบริสุทธิ์	EWP	เขียว	ส่วนใหญ่ใช้เชื่อมอลูมิเนียมเป็นหลัก **ข้อดี**เนื่องจากปลายแท่งทังสเตนจะมนเรี กา ร อา ร์ คสม่ า เสมอ ควา มสา มา ร ถ ใน ก น ากระแสต่ ากว่าแท่งทังสเตนชนิ ดอ ส าหรับการเชื่อมด้วยกระแสไฟสลับ **ข้อจกัด**าการเริ่มต้นการอาร์คไม่ดีเหมือน แท่งทังสเตนแบบEWTh, EWLa และ EWCe

ตารางที่2.2 แสดงส่วนผสมของแท่งทังสเตน, มาตรฐาน, สัญลักษณ์สี และการใช้งาน (ต่อ)

ส่วนผสมของแท่งทังสเตน	มาตรฐาน	สัญลักษณ์	การใช้งาน
ผสมทอเรียออกไซด์ 0. 9 - 1.2 ThO_2 1.8 - 2.2 ThO_2 2.8 – 3.2 ThO_2 3.8 – 4.2 ThO_2	 EWTh 1 EWTh 2 EWTh 3 EWTh 4	 เหลือง แดง ม่วงแดง ส้ม	ส่วนใหญ่ใช้เชื่อมโลหะที่เป็นเหล็ก **ข้อดี**การน ากระแสเชื่อมดี จึงท าให้เริ่มต้นได้ง่าย สามารถน ากระแสสูงกว่า แท่งทังสเตน EWP ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ อายุการใช้งานดี **ข้อจ ากัด**ราคาแพงกว่าแบบแท่งทังสเตนแบบEWP การอาร์คไม่สม่ าเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับแท่งทังสเตนแบบEWP
ผสมเซอร์โคเนียมออกไซด์ 0. 3 – 0.5 ZrO_2 0.7 – 0.9 ZrO_2	 EWZr 4 EWZr 8	 น้ าตาล ขาว	ส่วนใหญ่ใช้เชื่อมอลูมิเนียมเป็นหลัก คุณสมบัติอยู่ระหว่างแท่งทังสเตนแบบ EWP กับEWTh **ข้อดี**อาร์คเรียบ ปลายแท่งทังสเตนมนดี แท่งทังสเตนผสมลงในบ่อหลอมเหลวได้ยากกว่าแท่งทังสเตนแบบEWP เหมาะส าหรับการเชื่อมกระแสไฟสลับ **ข้อจ ากัด**ราคาแพง
ผสมแลนแทนออกไซด์ 0. 9 - 1.2 LaO_2	 EWLa 1	 ด า	ส่วนใหญ่ใช้ส าหรับการเชื่อมและการตัดโลหพลาสมา **ข้อดี**อายุการใช้งานของแท่งทังสเตนนาน **ข้อจ ากัด**ราคาแพง
ผสมซีเรียมออกไซด์ 1. 0 – Ceo_2 2.0 - Ceo_2	 EWCe 1 EWCe 2	 ชมพู เทา	ส่วนใหญ่ใช้เชื่อมโลหะที่เป็นเหล็ก **ข้อดี**สามารถเชื่อมได้ด้วยกระแสไฟตรงและกระแสไฟสลับ แต่ไม่แผ่รังสี อายุการใช้งานแท่งทังสเตนแบบEWP
ผสมโลหะอื่น	EWG	-	ระบุการใช้งานโดยผู้ผลิต อาจใช้ส าหรับที่เชื่อมโลหะชนิดพิเศษหรืองานเฉพาะ

หมายเหตุE หมายถึงElectrode, W หมายถึง Tungsten

ที่มา:วัชระพงษ์ มุขเชิด.ม.ป:124.ป.

แท่งทังสเตนที่นิยมใช้งานทั่วไป มีอยู่ 2 แบบ คือ

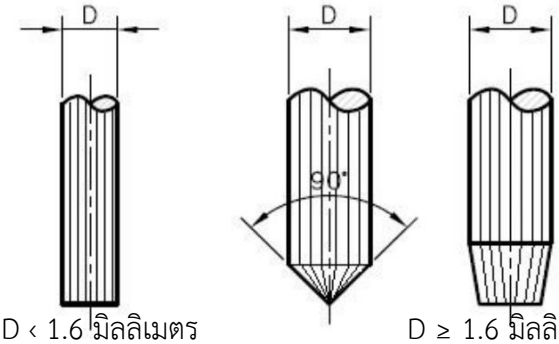
1) แท่งทังสเตนบริสุทธิ์PureTungsten() มีลักษณะการใช้งาน คือ เหมาะส าหรับเชื่อมอลูมหรือแมกนีเซียมกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมเป็นกระแสไฟสลับ การแต่งปลายแท่งทังสเตนจะต้องแต่งปลายลวดให้กลม เพื่อระยะอาร์คนิ่ม สม่ าเสมอ แนวเชื่อมไม่สกปรกขณะใช้งาน สัญลักษณ์สีของแท่งทังสเตนบริสุทธิ์คมาตรฐานลวด เชื่อมชนิดนี้คือEWP

รูปที่2.16 แสดงแท่งทังสเตนบริสุทธิ์
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

2) ทอริเอทเต็ททังสเตนThoriated(Tungsten) เป็นแท่งทังสเตนที่มีส่วนผสม Thoriaทอเรีย)ผสม(จนถึง 2.2 เปอร์เซ็นต์ มีผลท าให้อิเล็กตรอนแตกตัวได้ดี การเริ่มต้นการอาร์คดี และสามารถเป็น
โดยมีลักษณะการใช้งาน คือ เหมาะส าหรับเชื่อมโลหะที่มีส่วนผสมหลักเป็นเหล็กกระแสไฟที่ใช้ในกหรือเหล็กผ เชื่อมเป็นกระแสตรง ซึ่งการแต่งปลายแท่งทังสเตนจะต้องแต่งปลายลวดให้เรียวแหลม สัญลักษณ์สีข ทอเรียจะเป็นสีแดงมาตรฐานลวดเชื่อมชนิดนี้EWThคือ2

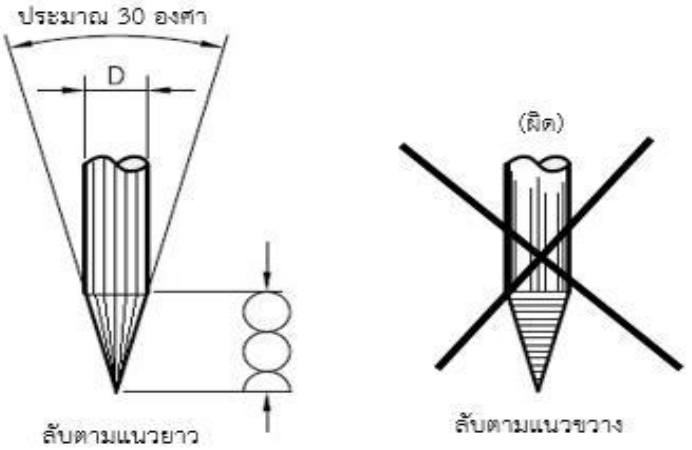
รูปที่2.17 แสดงแท่งทังสเตนผสมทอเรีย
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

การประกอบแท่งทังสเตนเข้ากับหัวเชื่อมนั้น จะต้องลับตรงปลายแท่งทังสเตน ให้เข้ากับก เชื่อม เช่น กระแสไฟตรง หรือกระแสไฟสลับ จะมีวิธีการลับปลายแท่งทังสเตน ก็จะแตกต่างกันออ ปลายแท่งทังสเตนนั้น จะต้องลับตามแนวยาวของแท่งทังสเตนช่วยให้การส่งถ่ายกระแสไฟเชื่อมเป็นทิศทางเดี ให้ควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่าย เปลวของกระแสไฟเชื่อมจะเล็ก ท าให้ง่ายต่อการควบคุมการเดินแนวเช ปลายแท่งทังสเตนลักษณะขวาง จะท าให้ทิศทางการส่งถ่ายกระแสไฟไม่สม่ าเสมอ มีโอกาสที่จะท า แตกหัก และหลุดเข้าไปผสมกับเนื้อแนวเชื่อมได้ง่ายกว่าการลับปลายแท่งทังสเตนตามแนวยาว



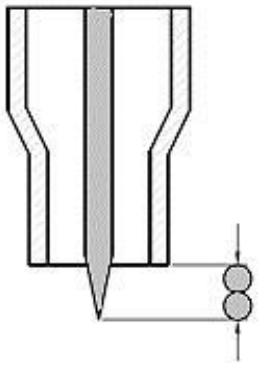
D ‹ 1.6 มิลลิเมตร D ≥ 1.6 มิลลิเมตร

รูปที่2.18 แสดงลักษณะทิศทางการลับปลายแท่งทังสเตนผสมทอเรียที่เชื่อมด้วยกระแสไฟตร ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559



รูปที่2.19 แสดงลักษณะและ ทิศทางการลับปลาย
แท่งทังสเตนบริสุทธิ์ที่เชื่อมด้วยกระแสไฟสลับ
ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

แท่งทังสเตนเมื่อประกอบเข้ากับหัวเชื่อมแล้ว จะต้องมีระยะยื่นของปลายแท่งทังสเตนออก (Nozzle) โดยทั่วไปจะยื่นออกประมาณ-2 เท่า1 ของเส้นผ่านศูนย์กลางแท่งทังสเตน ถ้าปลายแท่งทังสเตนย จะส่งผลท าให้ปลายแท่งทังสเตนไปสัมผัสกับบ่อหลอมเหลวและแท่งทังสเตนเมื่อประกอบเข้ากับหัวเชื่อมแล้ ระยะยื่นของปลายแท่งทังสเตนออกจากหัวฉีด Nozzle() โดยทั่วไปจะยื่นออกประมาณ-2 เท่า1 ของเส้นผ่านศูนย์ก แท่งทังสเตน ถ้าปลายแท่งทังสเตนยื่นออกมาก จะส่งผลท าให้ปลายแท่งทังสเตนไปสัมผัสกับบ่อหลอหลว



รูปที่ 2.20 แสดงรูประยะการยื่นของแท่งทัง

ที่มา:ชาญชัย วิเศษสุมน.2559

ตารางที่2.3 แสดงความสัมพันธ์ของแท่งทังสเตนกับกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแท่งทังสเตน (มม.)	กระแสไฟเชื่อม (แอมแปร์)			
	กระแสไฟสลับ (AC)		กระแสตรงขั้วลบ (DC.EP)	กระแสตรงขั้วบวก (DC.EP)
	EWP	EWTh	EWP, EWTh	EWP, EWTh
0.5	5 – 15	5 – 20	5 – 20	-
1.0	10 – 60	15 – 80	15 – 80	-
1.6	50 – 100	70 – 150	70 – 150	10 – 20
2.4	100 – 160	140 – 235	150 – 250	15 – 30
3.2	150 – 210	225 – 325	250 – 400	25 – 40
4.0	200 – 275	300 – 425	400 – 500	40 – 55
4.8	250 – 350	400 – 525	500 – 800	55 – 80
6.4	325 - 475	500 - 700	800 - 1100	80 - 125

ที่มา: วัชระพงษ์ มุขเชิด.ม.ป:.128ป.

ตารางที่2.4 แสดงความสัมพันธ์ของความหนาของโลหะ เส้นผ่าศูนย์กลางของแท่งทังสเตน

ความหนาแผ่นโลหะ (มิลลิเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางแท่งทังสเตน(มิลลิเม	ขนาดของ Nozzle	เส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเติม (มิลลิเม
1	1.0	4	1.6
2	1.6	4-6	2.0
3	1.6	6	2.4
4	2.4	6-8	3.0
5	2.4-3.2	6-8	3.2
6	3.2	8	4.0
8	4.0	8-10	4.0
10	4.0-5.0	8-10	5.0

ที่มา:วัชระพงษ์ มุขเชิด.ม.ป:128.ป.

2.7 แก๊สคลุมGas(Shield)

การเชื่อมโลหะด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมนั้น จ าเป็นจะต้องใช้แก๊สค และบ่อหลอมเหลว เพื่อไม่ให้อากาศบริเวณแนวเชื่อมเข้ามาท าปฏิกิริยาในระหว่างท าการเชื่อม ซึ่งกระบว แก๊สที่ใช้ในการปกคลุมแนวเชื่อม เช่น กระบวนการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ คือ แน บริเวณอาร์ค จะถูกแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของฟลักซ์ ปก คลุมและยังช่วยให้การอสมอแต่การเชื่อมโลหะด์คสม่าเ กระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมนั้นจะไม่มีฟลักซ์ที่หุ้ม ลวดเชื่อม เพื่อให้เกิดแก๊สใน ที่หลอมละลาย ดังนั้นจึงจ าเป็นที่จะต้องใช้แก๊สปกคลุมจากแหล่งภายนอก ซึ่งแก๊สที่ใช้ใน การ งานและกระบวนการเชื่อม และจ าเป็นต้องศึกษาคุณลักษณะของแก๊สที่ใช้ในการปกคลุมก่อนท า โดยทั่วไปแก๊สที่ใช้ ในการปกคลุมในกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุมนั้น ได้แก่ แก๊สอาร์

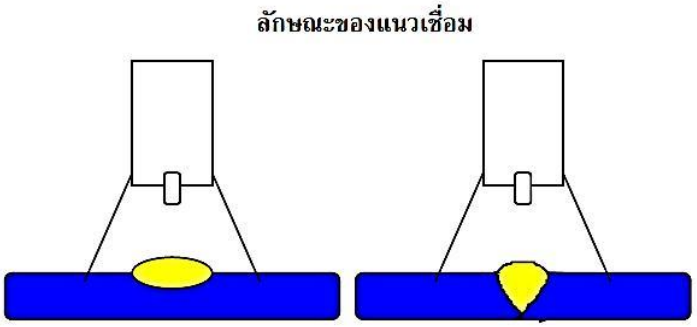
2.7.1 แก๊สอาร์คอนArgon() เป็นแก๊สที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตออกซิเจน โดยทั่วไปจะมีอยู่ใน ประมาณ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีอยู่ในอากาศค่อนข้างน้อยมาก ดังนั้นจะต้องใช้อากาศเป็นจ า อาร์คอนแต่ละลูกบาศก์ฟุต แก๊สอาร์คอนมีราคาแพง กว่าออกซิเจน และไนโตรเจน ดังนั้นในการเก็บรัก ในรูปแบบแก๊สอาร์คอนเหลวที่บรรจุไว้ในถัง ข้อดีของการใช้แก๊สอ อาร์คอนในการปกคลุมแนวเชื่อม คือ 1) เริ่มต้นการเชื่อมได้ง่าย การอาร์คที่เปลวเรียบและสม่ าเสมอ ซึ่งจะเหมาะส าหรับ ควบคุมด้วยมือ

2) แก๊สอาร์คอนให้ปฏิกิริยาการท าความสะอาดงานเชื่อมที่ดีการเชื่อมโลหะที่มีออเหมาะที่จะท ที่ผิว โลหะ เช่น อลูมิเนียม และแมงกานีสเป็นต้น

3) ความหนาแน่นของแก๊สอาร์คอนมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ และหนักกว่าอากาศประ1.4 เท่า หนักกว่าฮีเลียมประมาณ10เท่า ท าให้ปกคลุมระยะอาร์คได้ดี ซึ่งท าให้ปริมาณของแก๊สอาร์ปกคลุมบริเวณอาร ใช้ปริมาณน้อยกว่าแก๊สฮีเลี่ยม

4) ควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่าย เหมาะกับการเชื่อมท่าตั้ง และท่าเหนือศีรษะ

2.7.2 แก๊สฮีเลียมHelium() เป็นแก๊สเฉื่อยที่ได้จ ากกรรมวิธีการผลิตของแก๊สธรรมชาIonization Potential 24.5 โวลต์ และมีคุณสมบัติเป็นตัวน าไฟฟ้าที่ดี จึงท าให้เปลวอาร์คที่ได้จากการใช้ยกว้าง ท าให้ความเข้มการอาร์คลดลง การแผ่ขยายของเปลวอาร์ค ซึ่งท าให้งานเชื่อมเกิดความร้อนเป็นบริเว ศูนย์กลางของเปลวอาร์คจะลึกลงไปยังส่วนล่างของแนวเชื่อม ท าให้แนวเชื่อมที่ได้จากการใช้แก๊สฮ แก๊สอาร์คอน แรงเคลื่อนของไฟฟ้าที่ใช้แก๊สฮีเลียมในการปกคลุมบริเวณแนวเชื่อมจะเปลี่ยนแปลงได้อย่างร การเปลี่ยนแปลงระยะอาร์ค ความร้อนที่เกิดจากการอาร์คจะสูง เนื่องจากแก๊สฮีเลียมต้องใช้แรงเค พลังงานมาก แก๊สฮีเลียมมีน้ าหนักเบา ประมาณ $\frac{1}{7}$ เท่าของอากาศ โดยจะรวมตัวกับอากาศได้ช้า ซึ่งการเชื่อมฮีเลียมในการปกคลุมแนวเชื่อม จะต้องใช้ปริมาณของแก๊สฮีเลียมมากกว่าแก๊สอาร์คอน–3 เท่าประมาณและม2 โอกาสที่จะเจือจางในอากาศได้ง่าย ดังนั้นแก๊สฮีเลียมจึงเหมาะสมกับการเชื่อมด้วยวิธีอัตโนมัติ สูง เนื้อแนวเชื่อมจะไม่เกิด รูพรุนและการกัดแหว่งแนวเชื่อม บริเวณผลกระทบร้อนHeataffectedZone() แคบ



รูปที่2.21 แสดง รูปลักษณะของแนวเชื ที่ใช้แก๊สต่างกัน

ที่มา:เดชา เจนจบ . 2560

ตารางที่2.5 แสดงการเลือกใช้แก๊สคลุมแนวเชื่อมให้เหมาะสมกับโลหะชนิดต่างๆ

โลหะงาน	แก๊สปกคลุม	ผลของการเชื่อม
อลูมิเนียมผส	อาร์คอน กระแสไฟ AC	การอาร์คสม่ าเสมอ ปฏิกิริยาในการท าความสะอาดดี
	อาร์คอน-ฮีเลียม กระแสไฟ AC	การอาร์คสม่ าเสมอน้อยกว่าการใช้อาร์คอน แต่ปฏิกิ ท าความสะอาดดี มีการซึมลึกดีสามารถเชื่อม ได้ด้วยความเร็วสูง
	ฮีเลียม กระแสไฟ AC	การอาร์คสม่ าเสมอ สามารถเชื่อมด้วยความเร็วสูง บนชิ้นงาน ที่ผ่านการท าความสะอาดผิวด้วยเคมีมาแล

ตารางที่2.5 (ต่อ) แสดงการเลือกใช้แก๊สคลุมแนวเชื่อมให้เหมาะสมกับโลหะชนิดต่าง ๆ

โลหะงาน	แก๊สปกคลุม	ผลของการเชื่อม
อลูมิเนียม-บรอนซ์	อาร์คอน	การซึมลึกน้อย (อลูมิเนียมบรอนซ์ต้องการซึมลึกน้อย
ทองเหลือง	อาร์คอน	ให้การอาร์คสม่ าเสมอและมีควันน้อย
Deoxidized Copper	ฮีเลียม	จะให้ความร้อนสูง จึงเหมาะกับชิ้นงานที่มีการนำความร้อนที่ดี
	ฮีเลียม75% อาร์คอน 25%	ให้การอาร์คสม่ าเสมอ แต่จะให้ความร้อนน้อยกว่า การใช้แก๊สฮีเลียมเพียงอย่างเดียว
Cobalt-Base Alloys	อาร์คอน	ให้การอาร์คสม่ าเสมอ และควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่าย
Cupro Nickel	อาร์คอน	ให้การอาร์คสม่ าเสมอ และควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่าย
อินโคเนล(Inconel)	อาร์คอน	ช่วยให้การอาร์คสม่ าเสมอ และควบคุมบ่อหลอมเหลว ได้ง่าย
	ฮีเลี่ยม	ใช้กับการเชื่อมอัตโนมัติที่มีความเร็วเชื่อมสูง
เหล็กกล้า คาร์บอนต่ า	อาร์คอน	ใช้ในการเชื่อมที่ควบคุมด้วยมือ
	ฮีเลี่ยม	ใช้ในการเชื่อมที่มีความเร็วสูง ด้วยการเชื่อมแบบอัต ซึมลึกดีกว่าการอาร์ค
แมกนีเซียมผสม	อาร์คอน	ท าให้การอาร์คสม่ าเสมอ ท าให้ปฏิกิริยาท าความสะอ
Maraging Steel	อาร์คอน	ท าให้การอาร์คสม่ าเสมอ ควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่าย
นิเกิลผสม	อาร์คอน	ท าให้การอาร์คสม่ าเสมอ ควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่าย
	ฮีเลียม	ใช้ในการเชื่อมอัตโนมัติที่มีความเร็วสูง
PH Stainless Steel	ฮีเลียม*	ท าให้การซึมลึกได้ดีในการเชื่อมยัดไส้สม่ าเสมอกว่า แก๊สอาร์คอน
ซิลิคอนบรอนซ์	ฮีเลียม	การซึมลึกได้ดีในการเชื่อมแนวรากสม่เสมอกว่าอาร์คอน
เหล็กกล้าสเตนเล	ฮีเลียม	การซึมลึกดีกว่าการใช้แก๊สอาร์คอน การอาร์คสม่ าเสม
ไทเทเนียม	อาร์คอน	การอาร์คสม่ าเสมอ และควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่าย