บทเรียนที่ 2

การเชื่อมอาร์ก ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

(SHIELD METAL ARC WELDING)

(Welding Process)
กระบวนการเชื่อม

สาระสำคัญ

กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นกระบวนการที่ทำาให้โลหะติดกัน
โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานความร้อน
โดยความร้อนที่ได้เกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน
ทำให้ชิ้นงานกับลวดเชื่อมบริเวณที่เชื่อมรวมตัวเป็นรอยเชื่อม
เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้มีทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ
สำหรับกระแสตรงมีการต่อได้ 2 ลักษณะ
คือ กระแสตรงลวดเชื่อมขั้วบวก (DCEP) และกระแสตรงลวดเชื่อมขั้วลบ (DCEN)

1.

หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมโลหะแบบ SMAW (Shield Metal Arc Welding)

อาศัยความร้อนสูงประมาณ 6,000 องศาฟาเรนไฮต์ (3,316 องศาเซลเซียส)
จากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมและชิ้นงาน เพื่อหลอมรวมโลหะให้เป็นเนื้อเดียวกัน
เกิดเป็นรอยเชื่อม โดยฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมจะสร้างควันปกคลุมรอยเชื่อม
ป้องกันออกซิเจนทำปฏิกิริยากับน้ำโลหะเหลว และช่วยดึงสิ่งสกปรกออกไป
ซึ่งเมื่อเย็นตัวลง ฟลักซ์จะกลายเป็น สแลก ที่แข็งและเปราะ
นอกจาก SMAW แล้ว ปัจจุบันยังมีการพัฒนาเทคนิคการเชื่อมไฟฟ้า
แบบใหม่ ๆ อีกหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรม
เช่น การเชื่อมแบบแมกมิกฟลักซ์คอร์ การเชื่อมแบบทิก การเชื่อมแบบใต้ฟลักซ์
และการเชื่อมแบบพลาสมา

2.

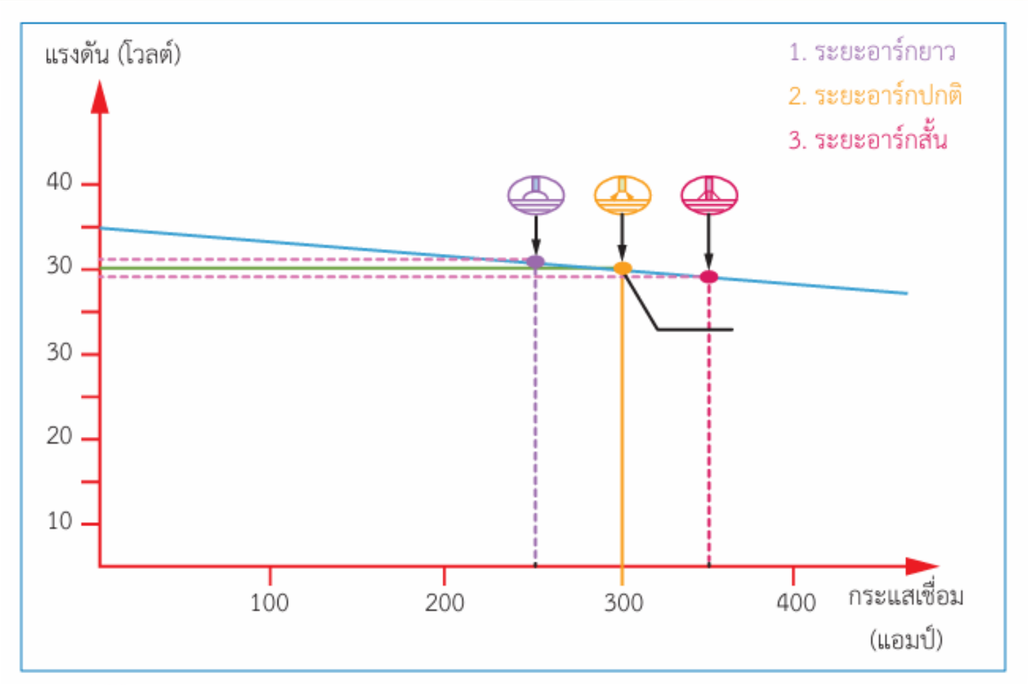
ลักษณะพื้นฐานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในงานเชื่อมปัจจุบันมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน ผู้ใช้งานจำเป็นต้องเรียนรู้ในด้านเทคนิคพอสมควร เพื่อที่จะได้ใช้งานให้ถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งาน รวมทั้งการประหยัดไฟฟ้า โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมไฟฟ้าควรมีลักษณะ ดังนี้

1. กระแสไฟเชื่อมที่ใช้จะสูง แต่แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ
2. ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 50–80 โวลต์
3. สามารถควบคุมขนาดของกระแสเชื่อมได้

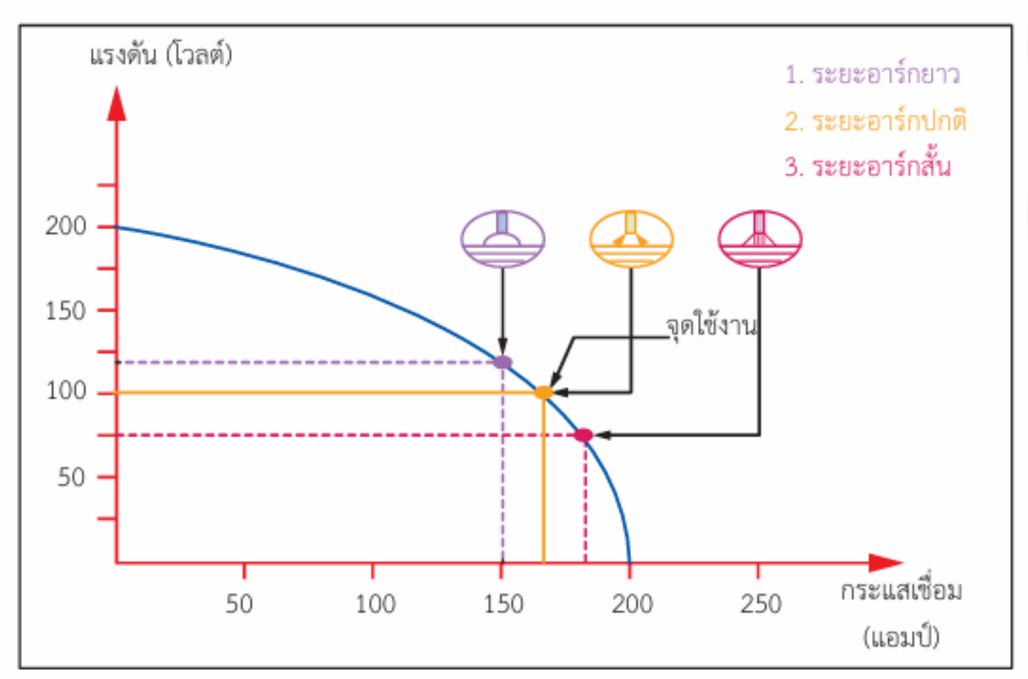
2.1 เครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ (CONSTANT VOLTAGE)

เครื่องเชื่อมประเภทนี้เป็นแบบที่ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ ซึ่งหมายความว่าแรงดันไฟฟ้าจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกระแสไฟเชื่อมที่ใช้ เหมาะสำหรับใช้กับเครื่องเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ โดยจะผลิตเฉพาะกระแสไฟฟ้าตรง และสามารถเป็นได้ทั้งเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า เครื่องเชื่อมเรียงกระแสไฟฟ้า หรือชนิดที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า



2.2 เครื่องเชื่อมชนิดกระแสไฟฟ้าคงที่ (CONSTANT CURRENT)

เครื่องเชื่อมประเภทนี้จะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล (กระแสเป็นศูนย์) และแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลงเมื่อกระแสเชื่อมเพิ่มขึ้น โดยปกติ แรงเชื่อมในวงจรจะอยู่ที่ 20–40 โวลต์ แต่แรงเคลื่อนไฟฟ้าวงจรเปิดจะสูงกว่า อยู่ที่ 60–80 โวลต์ เครื่องเชื่อมชนิดนี้มีทั้งแบบกระแสตรง กระแสสลับ หรือรวมทั้งสองแบบเข้าด้วยกัน ข้อดีคือเมื่อใช้กับกระบวนการเชื่อมแบบลวดเชื่อมมีฟลักซ์หุ้ม ผู้ใช้สามารถปรับกระแสไฟเชื่อมได้เพียงแค่เปลี่ยนระยะอาร์ก โดยไม่จำเป็นต้องปรับการตั้งค่ากระแสไฟที่เครื่องเชื่อมใหม่.

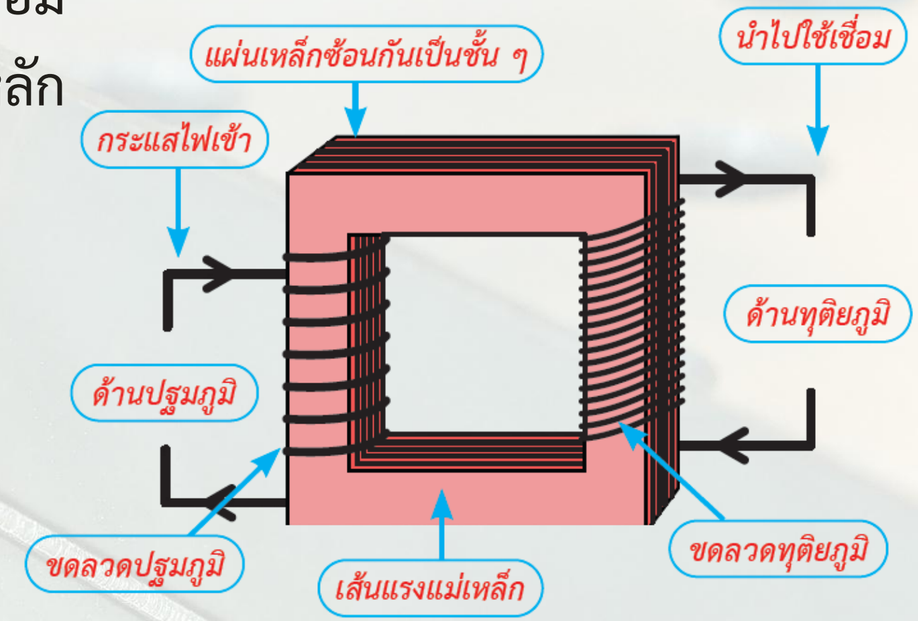


3.

เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding Machine)

3.1 เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER WELDING MACHINE)

เครื่องเชื่อมประเภทนี้ผลิตกระแสไฟฟ้าสลับสำหรับงานเชื่อม โดยมีหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งในอดีตเป็นที่นิยมอย่างมาก หลักการทำงานคือ กระแสไฟฟ้าแรงสูงจะถูกป้อนเข้าสู่ขดลวดปฐมภูมิ และจ่ายออกทางขดลวดทุติยภูมิเป็นกระแสไฟเชื่อม ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำแต่กระแสไฟเชื่อมสูง โดยหม้อแปลงในเครื่องเชื่อมมีลักษณะการทำงาน เช่นเดียวกับหม้อแปลงไฟฟ้าทั่วไป



ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า มีดังนี้

แกนเหล็ก

เป็นแผ่นเหล็กที่ผสมสารซิลิคอนบาง ๆ อัดเป็นชั้นมีฉนวน ซึ่งทำาจากกระดาษ หรือวานิชกั้นระหว่างแผ่นเพื่อไม่ให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเรียงกันได้ดี ไม่ให้เกิดกระแสไหลวน และทำให้ไม่เกิดความร้อนในตัวเครื่องเชื่อม

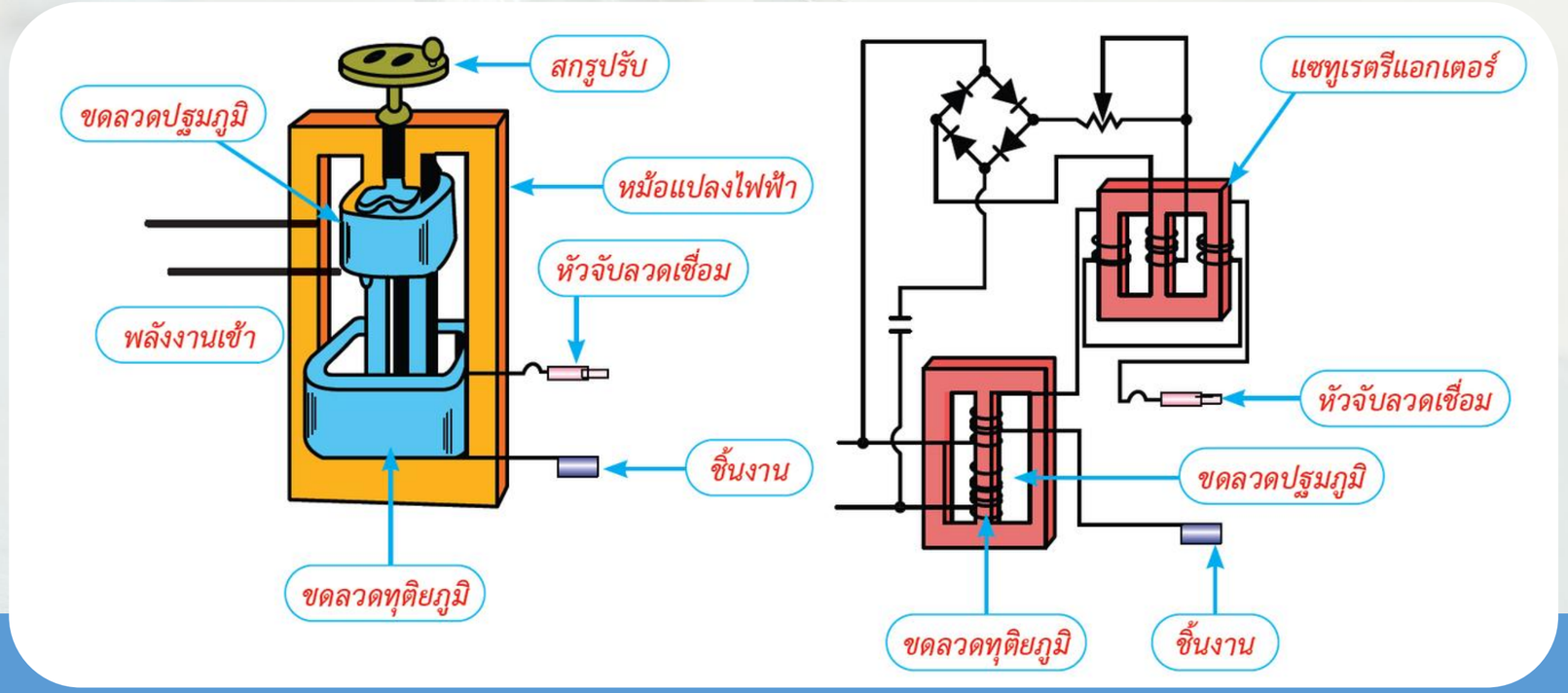
ขดลวดปฐมภูมิ

เป็นขดลวดขนาดเล็กพันอยู่รอบแกนเหล็ก ซึ่งมีจำนวนรอบมาก ปลายขดลวดทั้งสองเส้นจะต่อเข้ากับแหล่งกระแสไฟฟ้าจากภายนอก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนรอบแกนเหล็กนั้น

ขดลวดทุติยภูมิ

เป็นขดลวดขนาดใหญ่ มีจำนวนพันรอบแกนน้อยกว่าขดลวดปฐมภูมิ ที่ขดลวดทุติยภูมิที่พันรอบอยู่นั้นจะมีเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำาของขดลวดปฐมภูมิไหลผ่าน ทำให้เกิดความต้านทานในตัวนำาตำ่าและมีกระแสไฟฟ้าสูง ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม

การปรับกระแสไฟของเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้ามีด้วยกัน 2 แบบ คือ
การปรับด้วยวิธีกล โดยมีเครื่องปรับกระแสไฟแบบต่อเนื่อง (Continuous Output Control)
ซึ่งเป็นแบบเคลื่อนที่แกนเหล็กหรือเคลื่อนที่ขดลวดในหม้อแปลง อีกวิธีหนึ่งคือ
การปรับด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้า วิธีนี้เป็นวิธีที่ทันสมัย โดยต่อวงจรไฟฟ้าควบคุมเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้า
ซึ่งวงจรนี้จะควบคุมกระแสไฟที่ออก การปรับกระแสไฟ ทำได้โดยการหมุนปุ่มขนาดเล็กที่หน้าปัด
ของเครื่องเชื่อม สามารถปรับกระแสไฟได้อย่างต่อเนื่องจากต่ำสุดถึงสูงสุด



3.2 สายเชื่อม (CABLES)

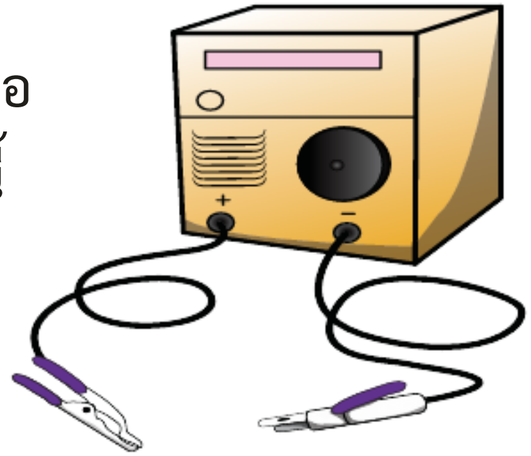
สายเชื่อมมีหน้าที่สำคัญในการนำกระแสไฟฟ้า
จากเครื่องเชื่อมไปยังจุดเชื่อม โดยในวงจรเชื่อมจะประกอบด้วย
สายดิน ที่ต่อเข้ากับที่จับยึดชิ้นงาน และ สายเชื่อม
ที่ต่อเข้ากับหัวจับลวดเชื่อม

3.3 อุปกรณ์จับยึดสายดิน (GROUND CLAMP)

อุปกรณ์จับยึดสายดินเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อม ทำหน้าที่ยึดชิ้นงาน
เข้ากับสายดิน โดยผลิตจากวัสดุตัวนำไฟฟ้าอย่างทองแดง
อุปกรณ์นี้มักมีสปริงเพื่อยึดชิ้นงานให้แน่น หรือบางชนิดก็ใช้เป็น
ซีแคมป์หรือเกลียวขัน เพื่อป้องกันการเกิดความต้านทาน
ความร้อน หรือการอาร์กจากการจับยึดที่ไม่แน่น

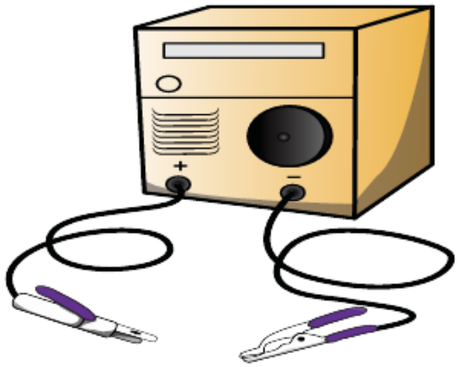
3.3.1 ชนิดกระแสไฟฟ้าตรงลวดเชื่อมต่อขั้วลบ

ในการเชื่อมกระแสตรงแบบต่อขั้วตรง (DCEN หรือ DCSP) ชิ้นงานจะถูกต่อเข้ากับขั้วบวก (+) ส่วนลวดเชื่อมจะต่อเข้ากับขั้วลบ (–) การจัดขั้วแบบนี้ทำให้ความร้อนจากการอาร์กประมาณ 2 ใน 3 ส่วนกระจุกอยู่ที่ชิ้นงาน และอีก 1 ใน 3 ส่วนจะอยู่ที่ปลายลวดเชื่อม จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการเชื่อมเหล็กที่มีความหนามาก



3.3.2 ชนิดกระแสไฟฟ้าตรงลวดเชื่อมต่อขั้วบวก

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงต่อสลับขั้ว (DC Reverse Polarity) จะต่อชิ้นงานเข้ากับขั้วลบ (-) และลวดเชื่อมเข้ากับขั้วบวก (+) ทำให้การส่งผ่านน้ำโลหะจากลวดเชื่อมไปยังชิ้นงานเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพมากกว่าการต่อขั้วแบบตรง (DC Straight Polarity)



4. รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

ดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) คือ รอบการทำงาน หมายถึง ความสามารถของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในการอาร์กกับเวลาทั้งหมดได้กำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 นาที

ถ้าต้องการทราบค่าดิวตี้ไซเคิลของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ดิวตี้ไซเคิล} = \frac{(\text{กระแสไฟที่กำหนดของเครื่องเชื่อม})^2}{(\text{กระแสที่ต้องการใช้})^2} \times \text{ดิวตี้ไซเคิลที่กำหนด}$$

หลักการพิจารณาเลือกเครื่องเชื่อม

1. ขนาดของกระแสไฟเชื่อมที่ต้องการใช้งาน
2. ชนิดของกระแสไฟฟ้าที่สามารถจัดหามาใช้กับเครื่องเชื่อมได
3. องค์ประกอบเกี่ยวกับความสะดวกและการประหยัดค่าใชจ่าย

5. อุปกรณ์ที่ใช้กับงานเชื่อมไฟฟ้า

5.1 หัวจับลวดเชื่อม (ELECTRODE HOLDER)

หัวจับลวดเชื่อมไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์สำคัญของเครื่องเชื่อม ทำหน้าที่จับลวดเชื่อม และเป็นมือจับขณะเชื่อม โดยภายในทำจากทองแดงและทองเหลือง เพื่อนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมไปยังลวดเชื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยระบายความร้อนสูงขณะเชื่อม เพื่อป้องกันการหลอมละลายติดกับแกนลวด

หัวจับลวดเชื่อมจะเชื่อมต่อกับปลายสายเชื่อมด้วยปลอกทองแดง และสอดเข้าไปในด้ามจับของหัวจับลวดเชื่อม เพื่อให้การขันสกรูยึดระหว่างหัวจับลวดเชื่อมกับสายเชื่อมแน่นหนา ป้องกันการเกิดความร้อนสูงที่ข้อต่อจากความต้านทานกระแสไฟฟ้า

5.2 สายเชื่อม (CABLES)

สายเชื่อมมีหน้าที่สำคัญในการนำกระแสไฟฟ้า
จากเครื่องเชื่อมไปยังจุดเชื่อม โดยในวงจรเชื่อมจะประกอบด้วย
สายดิน ที่ต่อเข้ากับที่จับยึดชิ้นงาน และ สายเชื่อม
ที่ต่อเข้ากับหัวจับลวดเชื่อม

5.3 อุปกรณ์จับยึดสายดิน (GROUND CLAMP)

อุปกรณ์จับยึดสายดินเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อม ทำหน้าที่ยึดชิ้นงาน
เข้ากับสายดิน โดยผลิตจากวัสดุตัวนำไฟฟ้าอย่างทองแดง
อุปกรณ์นี้มักมีสปริงเพื่อยึดชิ้นงานให้แน่น หรือบางชนิดก็ใช้เป็น
ซีแคมป์หรือเกลียวขัน เพื่อป้องกันการเกิดความต้านทาน
ความร้อน หรือการอาร์กจากการจับยึดที่ไม่แน่น

5.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันอันตราย (SAFETY EQUIPMENT)

การเชื่อมไฟฟ้าก่อให้เกิดอันตรายหลายประการ เช่น ควัน ความร้อน สะเก็ดไฟ และไฟฟ้าดูด ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้าทุกครั้ง

5.4.1 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet)

อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันดวงตาและใบหน้าจากแสง ความร้อน และรังสีอันตราย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบมือถือ (Hand Shield) และแบบสวมหัว (Helmet)

ลักษณะหน้ากากเชื่อมชนิดมือถือ

ลักษณะหน้ากากเชื่อมชนิดสวมหัว

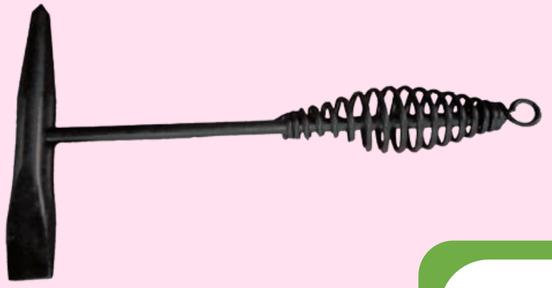
5.4.2 ชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า

ชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าประกอบไปด้วย ถุงมือหนัง (Gloves) เสื้อหนัง (Apron) ปลอกแขน (Sleeves) ปลอกขา (Leggings) รองเท้าหัวเหล็ก ดังแสดงในรูป

5.5 อุปกรณ์ทำความสะอาด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำาความสะอาดงานเชื่อมทั้งก่อนและหลังการเชื่อม
มีความจำเป็นต้องนำมาใช้ เพื่อให้งานเชื่อมมีคุณภาพ อุปกรณ์ทำาความสะอาดที่ใช้ มีดังนี้

5.5.1 ชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า



5.5.2 ชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า

5.5.3 ชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า