บทเรียนที่ 1
พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า

สาระสำคัญ

การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเชื่อมโลหะโดยวิธีการเชื่อม “อาร์ก” ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมเกิดจากประกายอาร์กระหว่างผิวหน้าชิ้นงานกับปลายลวดเชื่อม ลวดเชื่อมจะทำหน้าที่ป้อนเนื้อโลหะให้แก่แนวเชื่อม พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้ามีเนื้อหาที่จะต้องศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย

สาระการเรียนรู้

1. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
2. ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า
3. กรรมวิธีการเชื่อม
4. หลักการเชื่อมไฟฟ้า
5. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
6. อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
7. ลวดเชื่อมไฟฟ้า
8. อุปกรณ์ป้องกันอันตราย
9. เครื่องมือทำความสะอาด
10. เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ
11. การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

ประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า ด้วยความถูกต้อง รอบคอบ และปลอดภัย

สมรรถนะประจำบทเรียน

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า กรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้า และหลักการเชื่อมไฟฟ้า
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ลวดเชื่อมไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันอันตราย เครื่องมือทำความสะอาด เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ
3. สามารถเตรียมเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ประกอบและติดตั้งตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับพื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้าได้
2. มีทักษะเกี่ยวกับพื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า
3. มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย ปฏิบัติตนตามแบบแผนหรือข้อบังคับที่สอดคล้องกับมาตรฐานในการปฏิบัติที่ดีของคนในสังคม มีความรับผิดชอบต่องานอาชีพ
4. ประยุกต์ใช้พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้าที่เหมาะสมและถูกต้อง

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

หลักสำคัญประการแรกที่ผู้ปฏิบัติงานในระดับต่าง ๆ ควรที่จะตระหนักให้มาก คือ ความปลอดภัยในการทำงาน ดังคำขวัญที่ว่า **ปลอดภัยไว้ก่อน (Safety First)** ดังนั้น จึงจำเป็นต้องตรวจสอบสภาวะแวดล้อม อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ก่อนลงมือทำงาน ควรศึกษาจากหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1 การจัดพื้นที่โรงงานให้มีความเหมาะสมและปลอดภัย

1. พื้นที่โรงงานควรเป็นคอนกรีตหรืออิฐทนไฟ
2. จะต้องทำเส้นพื้นที่การใช้งานของงานแต่ละงานให้เป็นสัดส่วนชัดเจน
3. จะต้องทำเส้นเขตพื้นที่การใช้งานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นสัดส่วน
4. อุปกรณ์เครื่องมือจะต้องจัดเก็บไว้อย่างเรียบร้อย ปลอดภัยพร้อมใช้งาน
5. พื้นที่โรงงานอากาศจะต้องถ่ายเทได้สะดวก
6. พื้นที่โรงงานจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุอย่างอื่น
7. ในโรงงานจะต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิงไว้ใช้ ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
8. ในโรงงานจะต้องมีอุปกรณ์และยาเพื่อใช้ในการปฐมพยาบาล
9. ในโรงงานต้องออกแบบหรือมีการควบคุมเสียงไม่ให้ดังเกินมาตรฐาน
10. พื้นที่โรงงานจะต้องมีระบบระบายน้ำได้เป็นอย่างดี
11. บริเวณพื้นที่เชื่อมแก๊สของโรงงาน ต้องปราศจากวัสดุไวไฟ
12. จะต้องมีระบบป้องกัน ระบบไฟฟ้าที่เหมาะสม
13. จะต้องมีทางออกฉุกเฉิน ทางหนีไฟ
14. ความร้อนจากเครื่องจักรกลหรือแหล่งความร้อนจะต้องควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

กิจกรรม 5 ส เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีแนวปฏิบัติที่สามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติงานและรักษาสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานให้ดีขึ้น ทั้งในส่วนงานด้านการผลิตและด้านการบริการ ซึ่งนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและยังป้องกันอุบัติเหตุได้อีกทางหนึ่งด้วย

สะดวก Seiton (เซตง)	ทำให้เป็นระเบียบ คือ การแยกระหว่างของที่จำเป็นต้องใช้กับของที่ไม่จำเป็นต้องใช้ ขจัดของที่ไม่จำเป็นต้องใช้ทิ้งไป
สะดวก Seiton (เซตง)	วางของในที่ที่ควรอยู่ คือ การจัดวางของที่จำเป็นต้องใช้ให้เป็นระเบียบ สามารถหยิบใช้งานได้ทันที
สะอาด Seiso (เซโซ)	ทำความสะอาด คือ การปัดกวาดเช็ดถูสถานที่ สิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักร ให้สะอาดอยู่เสมอ
สุขลักษณะ Seiketsu (เซเคทซึ)	รักษาความสะอาด คือ การรักษาและปฏิบัติ 3 ส ได้แก่ สะสาง สะดวก และสะอาดให้ดีตลอดไป
สร้างนิสัย Shitsuke (ซึทซึเคะ)	ฝึกให้เป็นนิสัย คือ การรักษาและปฏิบัติสิ่งที่กำหนดไว้แล้วอย่างถูกต้องจนติดเป็นนิสัย

ข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยและอาชีวอนามัย

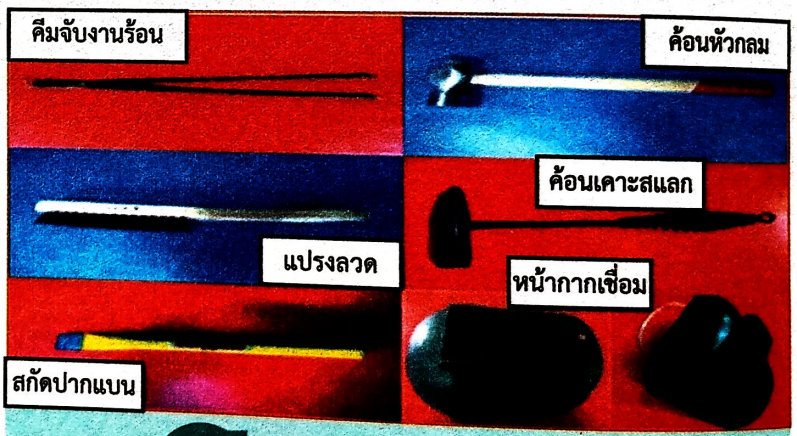
1. ระดับเสียงมาตรฐานของประเทศไทย กำหนดไว้ไม่เกิน 90 เดซิเบล แต่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ไม่เกิน 85 เดซิเบล และเสียงจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย อยู่ระหว่าง 60-120 เดซิเบล เพราะฉะนั้นในการปฏิบัติงานกับเครื่องจักรที่มีเสียงดัง ควรสวมเครื่องป้องกันจากเสียง
2. การเจียระไนต้องสวมแว่นตานิรภัย ป้องกันสะเก็ดไฟ หรือในการทำงานอื่น ๆ เช่น เคาะสแลก ต้องสวมแว่นตานิรภัยก่อนการปฏิบัติงาน
3. มลพิษของแก๊สพิษในโรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงฝึกงานจะต้องมีพัดลมเป่าอากาศหรือดูดอากาศ จัดให้มีระบบระบายอากาศที่ดี
4. มลพิษจากรังสีต่าง ๆ ในการทำงาน เป็นอันตรายต่อดวงตาและผิวหนัง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสวมชุดป้องกันทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน
5. ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ต้องดูแลและปฏิบัติตามกฎของโรงงาน เช่น ผม เล็บ ควรตัดให้สั้น เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้
6. มลพิษจากฝุ่น ที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานจะต้องสวมหน้ากากกันฝุ่นทุกครั้ง

ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า

ความปลอดภัยในการเชื่อมเป็นสิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษา ให้ความสำคัญและควรนำไปปฏิบัติอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตราย ซึ่งอาจจะนำความสูญเสียให้แก่ชีวิต ทรัพย์สิน อันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานเชื่อม มีดังนี้

1. ตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า ก่อนเชื่อมผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต้องเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในงานเชื่อมให้พร้อม เช่น คีมจับงานร้อน ค้อนเคาะสแลก แปรงลวด ค้อนหัวกลม สกัดปากแบน หน้ากาก ดังแสดงในภาพที่ 1.1
2. ก่อนปฏิบัติงานเชื่อมต้องสวมชุดป้องกันอันตรายสำหรับร่างกาย ดังแสดงในภาพที่ 1.2

ภาพที่ 1.2 แสดงชุดป้องกันอันตราย

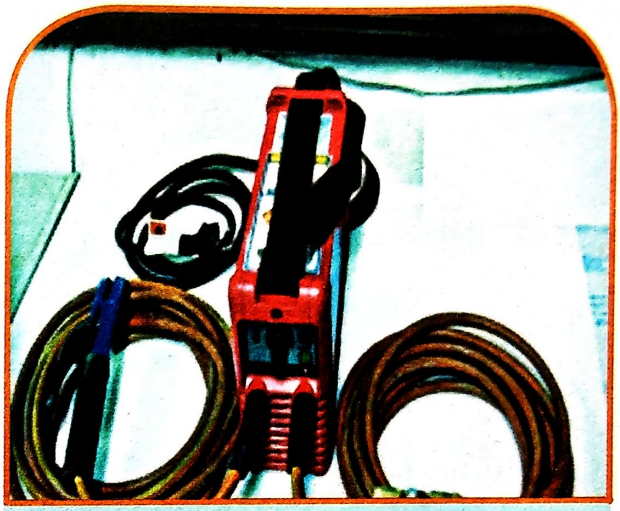


ภาพที่ 1.1 แสดงเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า

3 มีป้ายบอกเตือนอันตรายที่ด้านหลังเครื่องเชื่อมว่ามีกระแสไฟแรงสูงและมีแผ่นฉนวนป้องกัน ดังแสดงในภาพที่ 1.3

4 ตรวจสอบข้อต่อสายเชื่อมที่ออกจากเครื่องเชื่อม ข้อต่อสายดินและข้อต่อที่ต่อเข้ากับหัวเชื่อม จะต้องไม่หลวมหรือชำรุด ดังแสดงในภาพที่ 1.4

ภาพที่ 1.3 แสดงป้ายเตือนไฟฟ้าแรงสูงและมีแผ่นฉนวนป้องกัน



ภาพที่ 1.4 แสดงการตรวจสอบหัวเชื่อม สายดินและข้อต่อสายเชื่อม

5 ในงานที่ต้องทำงานร่วมกันหรือใกล้เคียงกันควรปิดกั้นด้วยฉากป้องกัน ดังแสดงในภาพที่ 1.5

6 อย่าเชื่อมด้วยตาเปล่า ถ้าจำเป็นต้องเชื่อมนอกสถานที่ควรมีฉากป้องกันแสง ดังแสดงในภาพที่ 1.6

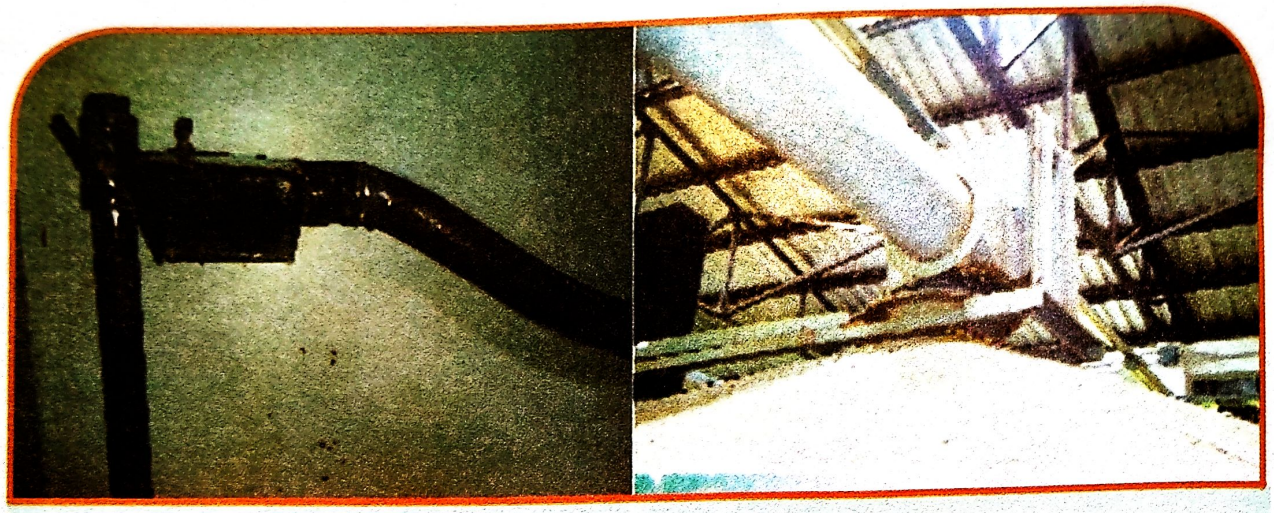
ภาพที่ 1.5 แสดงฉากกั้นระหว่างผู้เชื่อมเพื่อป้องกันแสงรบกวน

ภาพที่ 1.6 แสดงการใช้หน้ากากเชื่อมทุกครั้งก่อนเชื่อม

7 อย่าเชื่อมในที่มีน้ำเปียกชื้น หรือใกล้บริเวณที่มีถังน้ำมันเชื้อเพลิง กระแสไฟอาจลัดวงจรได้

8 การเชื่อมในห้องเล็ก ๆ ในท่อหรือในถังต้องมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

9 ตรวจสอบอุปกรณ์ดูดควันให้สามารถทำงานได้ เมื่อทำการเชื่อมโลหะจำพวกตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส ทองเหลือง และสังกะสี เพราะจะเกิดแก๊สพิษที่มีอันตราย ดังแสดงในภาพที่ 1.7



ภาพที่ 1.7 *แสดงการใช้ท่อดูดควันในขณะทำการเชื่อม*

10 การเปลี่ยนลวดเชื่อม ไม่ควรใช้มือเปล่าจับลวดใส่หัวจับ เพราะอาจถูกไฟฟ้าลัดวงจรได้ ควรใช้ถุงมือช่วยในการจับลวดเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.8

ภาพที่ 1.8 *แสดงการเปลี่ยนลวดเชื่อม*

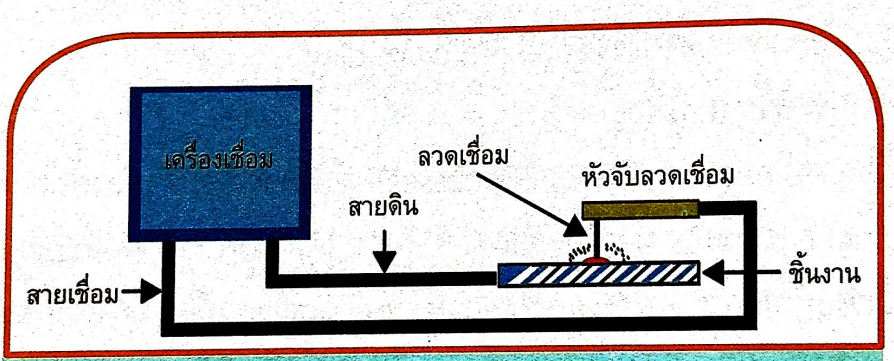
กรรมวิธีการเชื่อม

กรรมวิธีการเชื่อม (Welding Process) มีหลายกรรมวิธี สมาคมการเชื่อมแห่งอเมริกา (American Welding Society: AWS) ได้จัดแบ่งกรรมวิธีการเชื่อมและกรรมวิธีการเชื่อมต่อเนื่องจำนวนมาก และแบ่งเป็นกรรมวิธีย่อยมากกว่า 40 ชนิด ขอยกตัวอย่างดังนี้

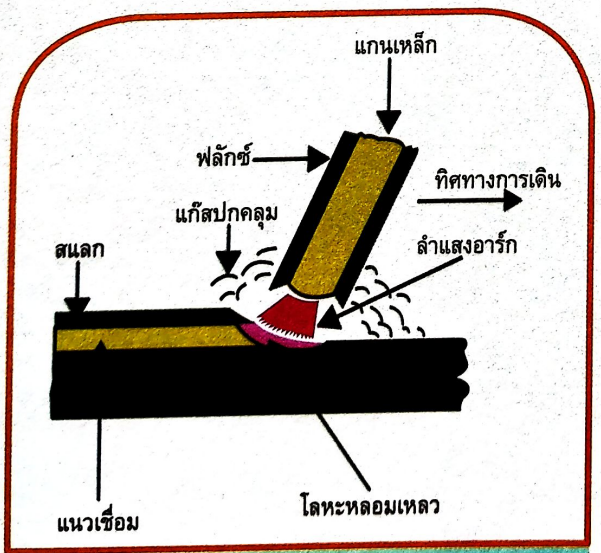
1. การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)
2. การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding)
3. การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)
4. การเชื่อมในสภาวะของแข็ง (Solid State Welding)
5. การแล่นประสาน (Brazing)
6. กรรมวิธีการเชื่อมอื่น ๆ (Other Processes) เช่น การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding) การเชื่อมชนิดอาร์กด้วยแท่งคาร์บอน (Carbon Arc Welding) การเชื่อมชนิดอาร์กด้วยลวดเชื่อมมีฟลักซ์อยู่ในแกนกลาง (Flux cored Arc Welding) การเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding) การเชื่อมทิก (Gas Tungsten Arc Welding) การเชื่อมแบบซับเมิร์ก (Submerged Arc Welding) การเชื่อมแบบพลาสมา (Plasma Arc Welding) การเชื่อมแบบสตัด (Stud Welding) แต่ในที่นี้จะนำเสนอรายละเอียดเฉพาะการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เท่านั้น

หลักการเชื่อมไฟฟ้า

การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded Metal Arc Welding) หรือเรียกว่า การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นวิธีการต่อโลหะให้ติดกัน ซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์ก ระหว่างปลายลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode) กับผิวหน้าชิ้นงาน ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กสูงประมาณ 6,000°F (3,316°C) เพื่อหลอมละลายโลหะให้ติดกัน โดยโลหะแกนลวดเชื่อมทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า และละลายเป็นเนื้อโลหะเชื่อม ส่วนฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมจะได้รับความร้อนและหลอมละลายปกคลุมแนวเชื่อมเอาไว้ เพื่อป้องกันอากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อม พร้อมทั้งช่วยลดอัตราการเย็นตัวของแนวเชื่อมอีกด้วย เมื่อเย็นตัวแล้วฟลักซ์จะแข็งและเปราะเหมือนแก้ว เรียกว่า **สแลก (Slag)**



ภาพที่ 1.9 แสดงวงจรการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์



ภาพที่ 1.10 แสดงหลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์นี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากต้นทุนต่ำ เหมาะสำหรับการเชื่อมท่อส่งแก๊ส ท่อส่งน้ำมัน งานโครงสร้าง สามารถเชื่อมได้ทั้งโลหะที่เป็นเหล็กและไม่ใช่เหล็ก และสามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.9 และ 1.10

เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

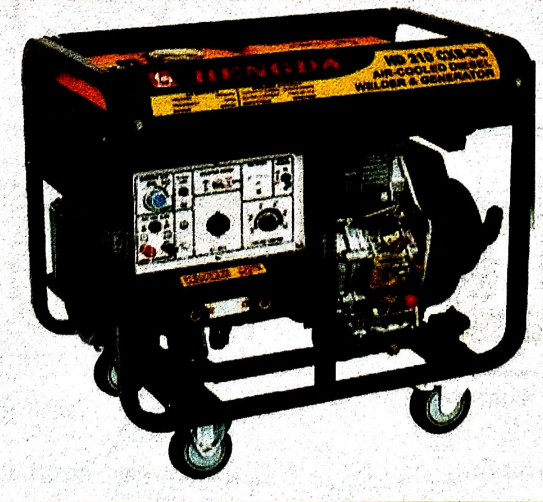
เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding Machine) เป็นต้นกำเนิดของความร้อนประเภทหนึ่งที่นำไปใช้ในกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะแบ่งได้ดังนี้

เครื่องเชื่อมกระแสตรง (Direct Current Welding Machine)

เครื่องเชื่อมกระแสตรง แบ่งออกได้ ดังนี้

1. **เครื่องเชื่อมระบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator Welding Machine)** เป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้เจนเนอเรเตอร์เป็นแหล่งพลังงานที่ถูกสร้างขึ้นเป็นพิเศษสำหรับงานเชื่อมโลหะ สำหรับงานเชื่อมโลหะจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าสูงที่มีแรงเคลื่อนต่ำมีทั้งแบบที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ (Electric-Driven Motor Generator) และแบบที่ขับด้วยเครื่องยนต์ (Engine Motor Generator) ซึ่งจะเป็นเครื่องยนต์แบบเครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์แก๊สโซลีนก็ได้ เหมาะสำหรับงานภาคสนามที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ ประกอบด้วย 2 ชนิด ดังนี้

1.1 ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ (Electric-Driven Motor Generator) เป็นเครื่องที่ใช้กำลังไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนมอเตอร์โดยใช้ไฟฟ้าแบบกระแสสลับซึ่งทั่วไปจะใช้แรงเคลื่อน 380 โวลต์ เพลาของมอเตอร์จะต่อร่วมกับเพลาของเจนเนอเรเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 1.11

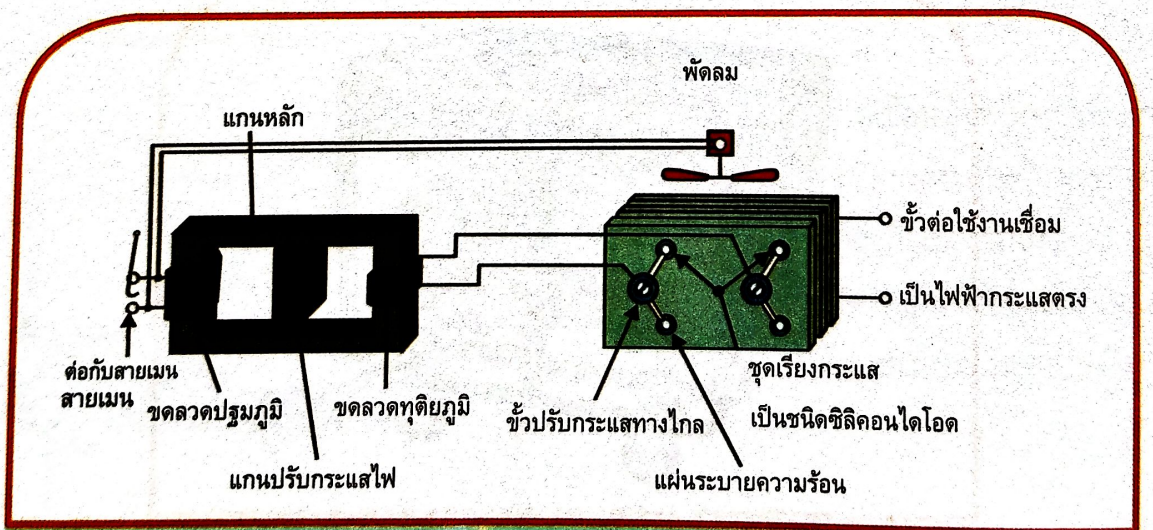


ภาพที่ 1.11 *แสดงเครื่องเชื่อมแบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์*

1.2 ชนิดขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ (Engine Motor Generator) เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังขับจากเครื่องยนต์ เครื่องที่ใช้จะเป็นเครื่องยนต์ดีเซลหรือแก๊สโซลีนก็ได้ แต่ต้องมีกำลังม้า และความเร็วรอบเพียงพอในการขับเคลื่อนที่จะก่อให้เกิดการเชื่อมได้ เครื่องเชื่อมแบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานภาคสนามที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ และสามารถเคลื่อนย้ายสะดวก ดังแสดงในภาพที่ 1.12

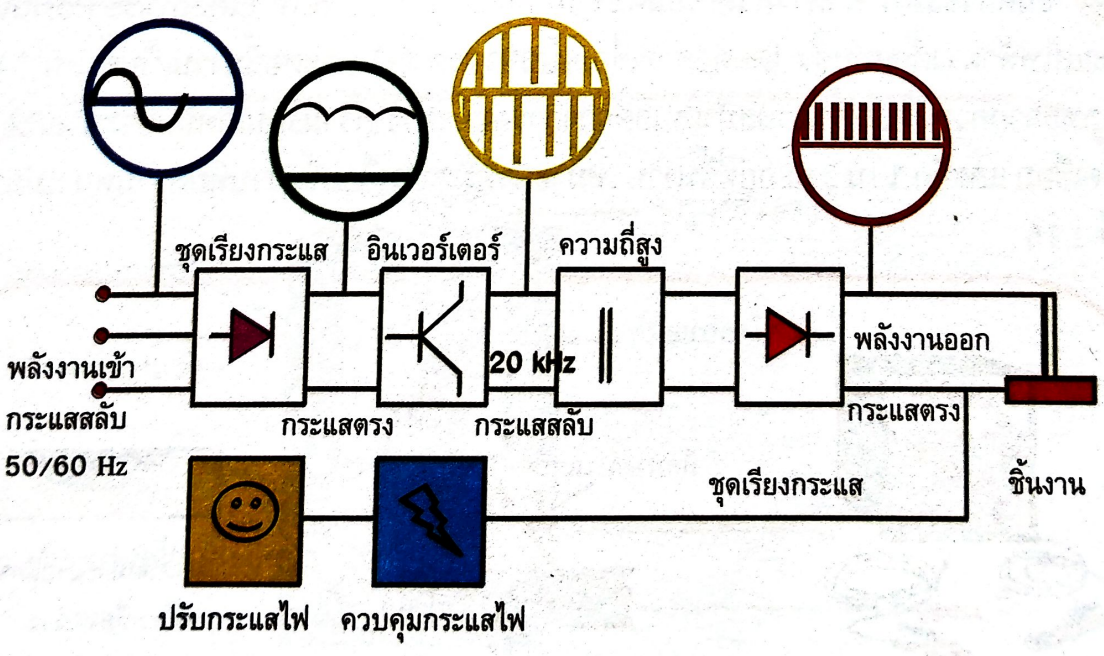
ภาพที่ 1.12 *แสดงเครื่องเชื่อมแบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์*

2 เครื่องเชื่อมระบบเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine) เป็นเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้าที่จะทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยไฟกระแสสลับจะถูกแปลงให้มีแรงดันไฟฟ้าต่ำลงแต่มีกระแสสูง แล้วผ่านเข้าไปในเครื่องเรียงกระแส (Rectifier) กระแสไฟจะถูกบังคับให้ไหลในทิศทางเดียว กระแสที่ออกมาจากเครื่องจึงเป็นกระแสตรง ดังแสดงในภาพที่ 1.13



ภาพที่ 1.13 *แสดงส่วนประกอบภายในเครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์*

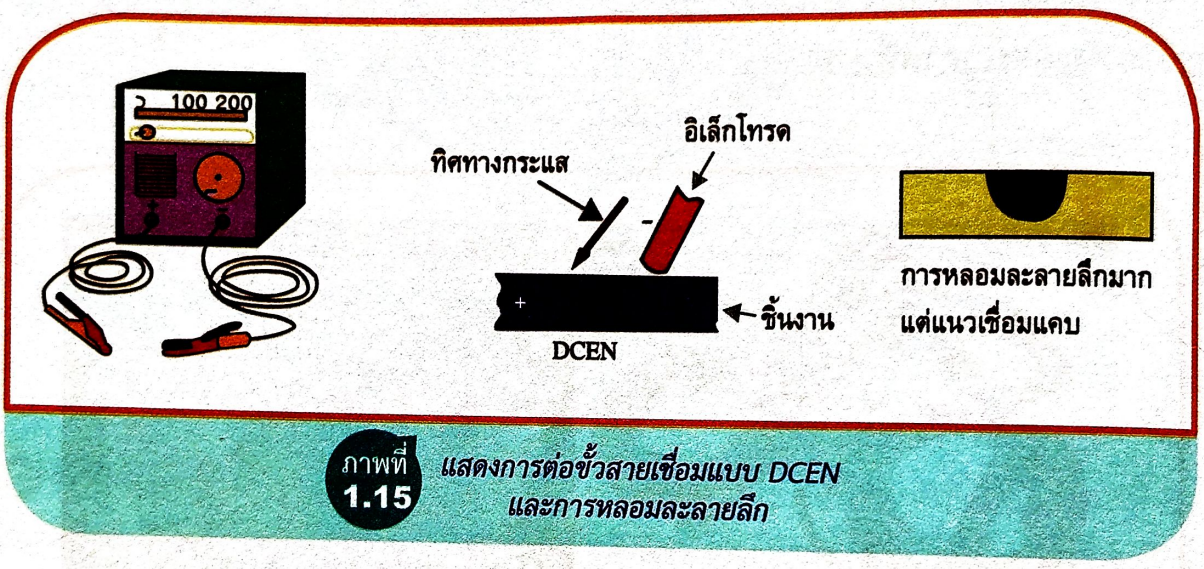
3 เครื่องเชื่อมระบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter Welding Machine) เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้ได้ทั้งกระแสไฟ AC/DC ได้พัฒนาขึ้นมาเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ถึงแม้ราคาค่อนข้างสูง แต่ความได้เปรียบของเครื่องเชื่อมแบบนี้นอกจากมีน้ำหนักเบา เชื่อมงานบางได้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ต่อใช้กับเครื่องเชื่อมทิก (Tig) ได้ด้วยระบบความถี่สูง (High Frequently) ที่อยู่ในเครื่อง กินกระแสไฟฟ้าน้อย ให้ประสิทธิภาพในการเชื่อมสูง อาร์กนิ่มและสม่ำเสมอแล้ว ยังสามารถเสียบกับเต้ารับภายในบ้านได้ หลักการทำงานของเครื่องชนิดนี้ใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุม (Inverter Control) คลื่นความถี่จาก 50 Hz ให้สูงถึง 20 kHz ด้วยชุดควบคุมกำลังทรานซิสเตอร์ โดยมีชุดเรกติไฟเออร์เปลี่ยนกระแสสลับ AC (Input) เป็นกระแสตรงจากนั้นเปลี่ยนเป็นกระแสสลับความถี่สูง แล้วจึงเรียงกระแสใหม่อีกครั้งด้วยชุดเรกติไฟเออร์ ทำให้มีคลื่นความถี่สูงและคลื่นเรียบด้วยกระแสตรง DC (Output) เพื่อใช้ในงานเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.14



ภาพที่ 1.14 แสดงเครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์และวงจรการทำงาน

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าตรงสามารถเปลี่ยนขั้วสายเชื่อมจากขั้วหนึ่งเป็นอีกขั้วหนึ่งเพื่อคุณภาพของการใช้งานเชื่อม การเปลี่ยนขั้วสายเชื่อมทำได้โดยการเปลี่ยนขั้วสายเชื่อมที่เครื่องเชื่อม แต่เครื่องรุ่นใหม่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนขั้วสายเชื่อม ใช้วิธีเปลี่ยนด้วยสวิตช์ที่อยู่ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมแทน กระแสไฟฟ้าสลับไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนขั้วสายเชื่อม เนื่องจากกระแสไฟฟ้าสลับมีการเปลี่ยนขั้วในหลาย ๆ ครั้งต่อวินาที ดังนั้น จึงไม่ต้องคำนึงถึงขั้วสายเชื่อม เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าตรงมีการเปลี่ยนขั้ว 2 ชนิด ดังนี้

1 ชนิดกระแสไฟฟ้าตรงลวดเชื่อมต่อขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative: DCEN) วงจรกระแสไฟฟ้าตรงต่อขั้วตรง โดยต่อลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (-) และต่อชิ้นงานเป็นขั้วบวก (+) การเชื่อมชนิดนี้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กประมาณ 2 ใน 3 จะอยู่ที่ชิ้นงาน และอีก 1 ใน 3 จะอยู่ที่ปลายลวดเชื่อม เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กที่มีความหนามาก ดังแสดงในภาพที่ 1.15



ภาพที่ 1.15 แสดงการต่อขั้วสายเชื่อมแบบ DCEN และการหลอมละลายลึก

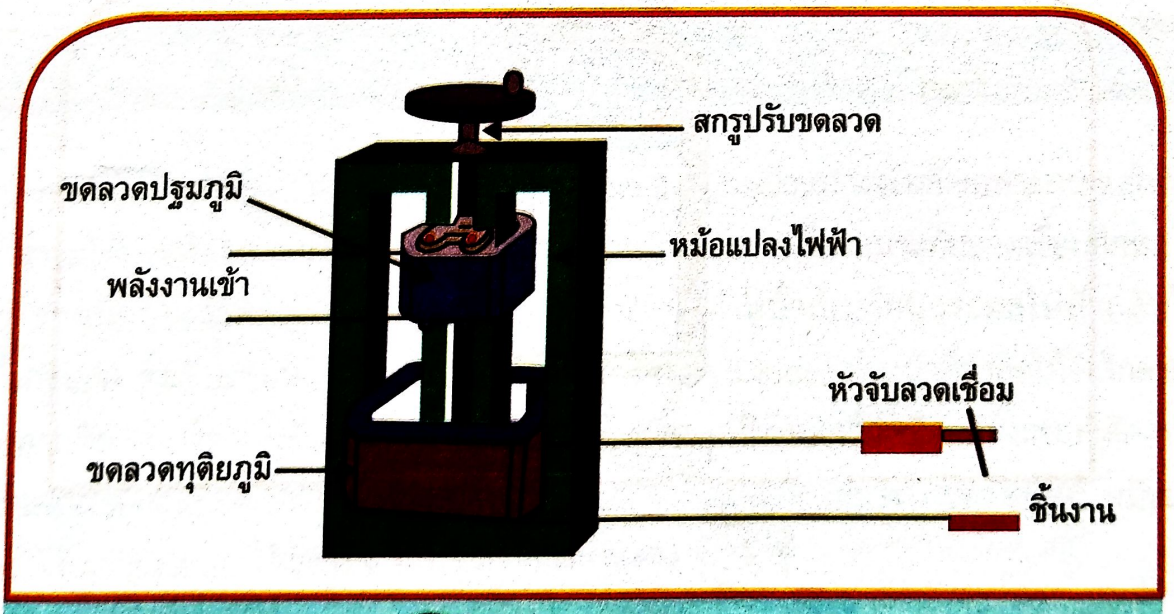
2 ชนิดกระแสไฟฟ้าตรงลวดเชื่อมต่อขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive: DCEP) วงจรกระแสไฟฟ้าตรงต่อสลับขั้ว โดยต่อลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก (+) และต่อชิ้นงานเป็นขั้วลบ (-) ทำให้การป้อนน้ำโลหะจากลวดเชื่อมสู่ชิ้นงานสม่ำเสมอดีกว่าการต่อขั้วตรง ความร้อนเกิดขึ้นประมาณ 2 ใน 3 อยู่ที่ปลายลวดเชื่อม และอีก 1 ใน 3 จะอยู่ที่ชิ้นงาน เหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาไม่มาก ดังแสดงในภาพที่ 1.16

ภาพที่ 1.16 แสดงการต่อขั้วสายเชื่อมแบบ DCEP และการหลอมละลายลึก

เครื่องเชื่อมกระแสสลับ (Alternating Current Welding Machine)

เครื่องเชื่อมกระแสสลับเป็นเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers) จะแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากภายนอกให้เป็นกระแสไฟที่มีแรงดันสูง สำหรับใช้ในงานเชื่อมได้ โดยต่อเข้ากับขดลวดปฐมภูมิ แล้วจ่ายออกทางขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดกระแสไฟที่มีแรงเคลื่อนต่ำแต่มีกระแสสูง เพื่อให้เหมาะสมแก่การเชื่อมและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติการเชื่อม เครื่องเชื่อมกระแสสลับจะมีขนาดเล็ก ราคาถูก น้ำหนักเบา เครื่องเชื่อมประเภทนี้จึงได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบัน เพราะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้งานได้สะดวกและเกิดแนวเชื่อมที่มีคุณภาพดี โดยมีหลักการทำงาน คือ หม้อแปลงไฟฟ้าจะทำหน้าที่เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ หรือ 380 โวลต์ ซึ่งเป็น Line Voltage ให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมขณะเชื่อมอยู่ระหว่าง 20-40 โวลต์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ขณะเชื่อมเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Arc Voltage ซึ่งจะวัดได้ประมาณ 18-36 โวลต์ ขณะที่ Line Voltage 220 โวลต์ และจะวัดค่าแรงเคลื่อนขณะที่เครื่องทำงาน แต่ยังไม่ได้เชื่อมได้ประมาณ 60-80 โวลต์ เรียกค่านี้ว่า Open Circuit Voltage ลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยขดลวด 2 ขด คือ ขดปฐมภูมิ (Primary) และขดทุติยภูมิ (Secondary) พันรอบแกนเหล็ก ซึ่งแกนเหล็กนี้จะทำขึ้นจากแผ่นเหล็กผสมซิลิคอนบาง ๆ อัดกันเป็นชั้น ๆ โดยมีฉนวน คือ วานิชหรือกระดาษกั้นระหว่างชั้นขดลวดปฐมภูมิ ลวดที่พันจะเป็นเส้นเล็กที่พันด้วยจำนวนรอบสูง ปลายทั้งสองจะต่อกับ Line Voltage ส่วนขดลวดทุติยภูมิ เส้นลวดที่พันจะโตกว่ามีจำนวนรอบน้อยกว่า ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่ขดทั้งสองจากการเหนี่ยวนำของขดลวดปฐมภูมิไหลผ่านตัดกับขดลวดทุติยภูมิ เกิดความต้านทานในตัวนำต่ำ ทำให้มีกระแสไหล เราจึงนำกระแสที่แปลงจากขดทุติยภูมิมาใช้งาน ซึ่งสามารถปรับแต่งกระแสไฟเพื่อใช้ในการเชื่อมได้ 4 วิธี ดังนี้

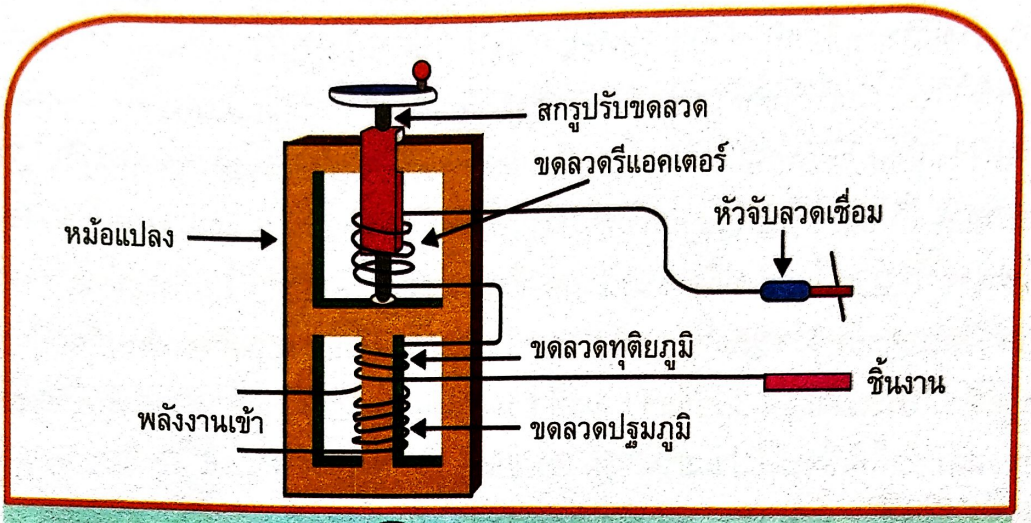
1 การเคลื่อนที่ขดลวด (Moving Coil)



ภาพที่ 1.17 แสดงการเคลื่อนที่ขดลวด

จากภาพที่ 1.17 จะเห็นว่าขดลวดหนึ่งอยู่กับที่ ส่วนอีกขดจะเคลื่อนที่ให้ชิดหรือห่างกันได้ ถ้าขดลวดเคลื่อนห่างกันออกไปจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กจากการเหนี่ยวนำไหลผ่านขดทุติยภูมิต่ำทำให้กระแสไฟฟ้าในการเชื่อมต่ำ ถ้าเลื่อนเข้ามาใกล้กันจะเกิดการเหนี่ยวนำสูงกระแสไฟฟ้าที่เชื่อมก็จะสูงขึ้น

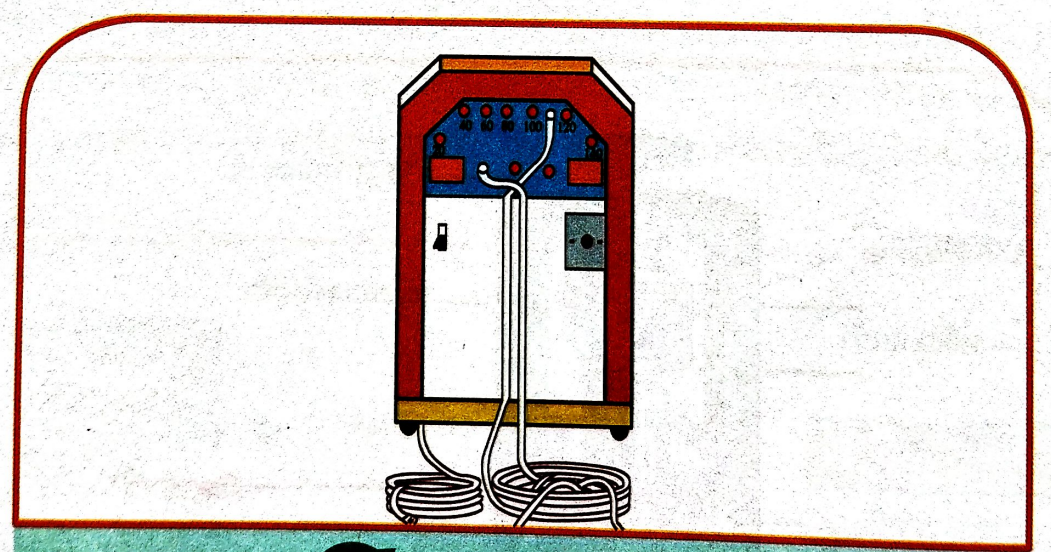
2 การเคลื่อนที่ของแกนเหล็ก (Moving Core)



ภาพที่ 1.18 *แสดงการเคลื่อนที่ขดลวด*

จากภาพที่ 1.18 จะเห็นว่าขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิจะอยู่กับที่ สามารถปรับกระแสให้สูงหรือต่ำได้ โดยปรับหรือเคลื่อนแกนเหล็กให้เข้าออกในขดลวด Reactor โดยการหมุนเกลียวสกรู ถ้าแกนเหล็กเข้ามาใน Reactor มาก จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำมากกระแสไฟฟ้าที่เชื่อมก็จะสูง และถ้าแกนเหล็กเข้ามาใน Reactor น้อย กระแสไฟฟ้าก็จะน้อยด้วยเช่นกัน

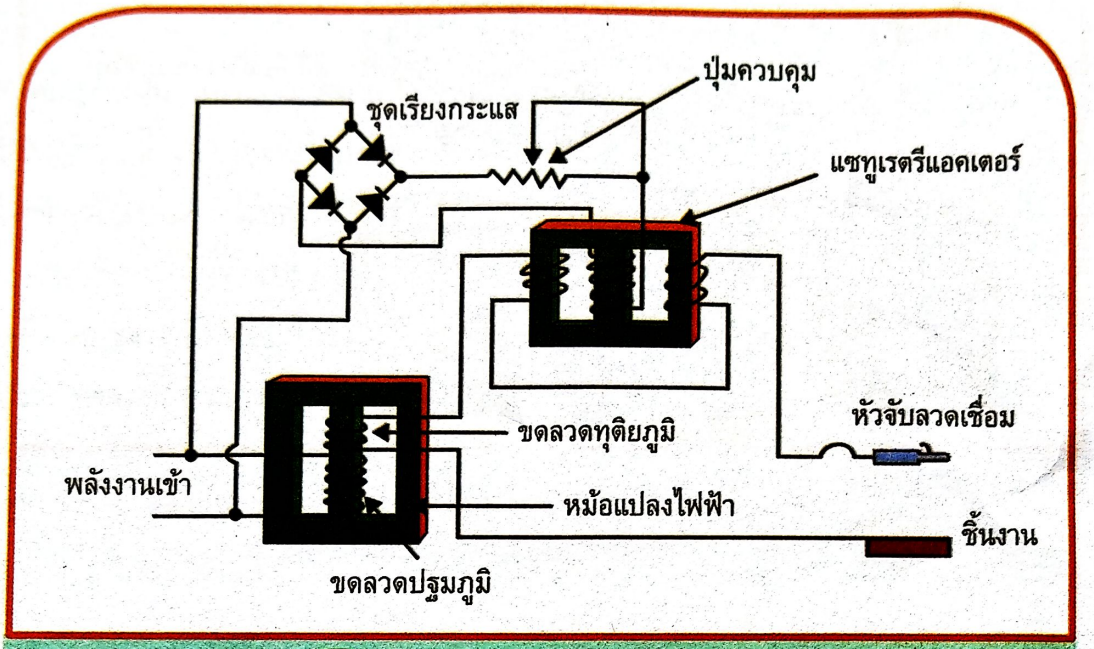
3 เสียบจากขั้วขดลวดทุติยภูมิ (Tapped Reactor Coil)



ภาพที่ 1.19 *แสดงการเสียบจากขั้วขดลวดทุติยภูมิ*

จากภาพที่ 1.19 จะเห็นมีรูเสียบแยกตามจำนวนขดลวด ถ้าขดลวดน้อยจะเกิดกระแสไฟฟ้าที่นำไปเชื่อมสูง ในทางตรงกันข้ามถ้าจำนวนขดมากขึ้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่นำไปเชื่อมต่ำ

4 ปรับที่ปุ่มควบคุมด้วยไฟฟ้า (Electrically Adjustable Reactor)



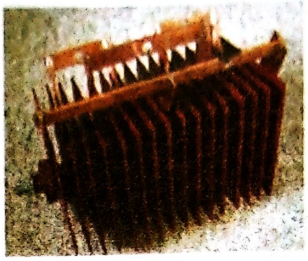
ภาพที่ 1.20 *แสดงการปรับที่ปุ่มควบคุมด้วยไฟฟ้า*

จากภาพที่ 1.20 จะเห็นว่าวิธีการปรับกระแสง่ายและสะดวกมากขึ้น โดยจะเพิ่มวงจรควบคุมด้วย DC เข้ากับระบบ Reactor เพื่อปรับค่ากระแสไฟฟ้าที่ออกมาจากต่ำสุดจนถึงสูงสุดได้อย่างละเอียด วงจรควบคุม DC นี้จะควบคุมเครื่องบังคับหรือปุ่มปรับกระแสไฟ (Rheostat) ก็สามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในการเชื่อมได้ตามต้องการ

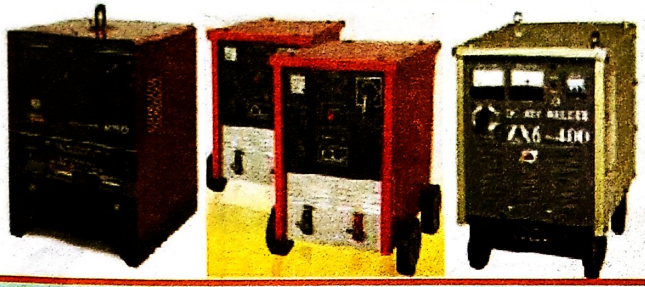
เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแส (Transformer Rectifier Welding)

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแสเป็นเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงจะผลิตเฉพาะกระแสไฟฟ้าสลับเท่านั้น ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพการเชื่อมดีเฉพาะลวดเชื่อมบางชนิด แต่ไม่เหมาะกับลวดเชื่อมอีกหลายชนิด เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะมีเครื่องเรียงกระแส (Rectifier) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าสลับให้เป็นกระแสไฟฟ้าตรง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องเชื่อม ได้แก่ ไดโอด (Diode) ทำหน้าที่จำกัดให้อิเล็กตรอนไหลไปในทิศทางเดียวกัน คือ จากขั้วลบไปขั้วบวก เครื่องเรียงกระแสที่ใช้กับเครื่องเชื่อมมีทั้งแบบซิลิคอนไดโอด เรกติไฟร์และซิลิเนียมไดโอดเรกติไฟร์ ซิลิคอนไดโอดจะมีเกลียวติดแน่นกับแผ่นระบายความร้อน ซึ่งมีขนาดเล็กและนิยมใช้กันมาก ดังแสดงในภาพที่ 1.21

ซิลิคอนไดโอดเรกติไฟร์



ซีลีเนียมไดโอดเรกติไฟร์



ภาพที่ 1.21 *แสดงเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแสและซิลิคอนไดโอด เรกติไฟร์และซิลิเนียมไดโอดเรกติไฟร์*

อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า มีดังนี้

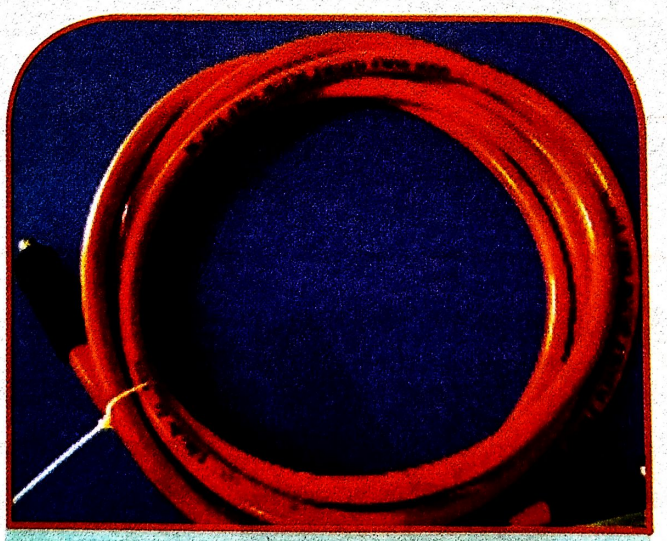
1 หัวจับลวดเชื่อม มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันหลายแบบเป็นเครื่องมือสำคัญในงานเชื่อม ภายนอกทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนและกระแสไฟ ในการเลือกใช้หัวจับลวดเชื่อมควรพิจารณาจากกระแสไฟสูงสุดที่จะใช้ในการเชื่อม วัฏจักรการทำงานของเครื่องเชื่อม และขนาดของลวดเชื่อม หัวจับลวดเชื่อมจะต่อเข้ากับปลายสายเชื่อม โดยมีปลอกทองแดงหุ้มปลายสายเชื่อม เพื่อให้การขันสกรูยึดติดระหว่างตัวจับลวดเชื่อมกับสายเชื่อมแน่น ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนเนื่องมาจากความต้านทานของกระแสที่ข้อต่อ หัวจับลวดเชื่อมมีหลายชนิดในแต่ละชนิดได้ออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของกระแสเชื่อมและการใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 1.22

ภาพที่ 1.22 *แสดงหัวจับลวดเชื่อม*

ภาพที่ 1.23 แสดงที่ยึดสายดิน

2 ที่ยึดสายดิน มีหน้าที่จับยึดชิ้นงานเชื่อมให้ต่อกับสายดิน (Ground Cable) ที่ยึดสายดินนี้ทำด้วยวัสดุตัวนำไฟฟ้าเพื่อเป็นทางให้กระแสเชื่อมไหลผ่านจากสายดินสู่งานเชื่อม โดยทั่วไปแล้วที่จับยึดสายดินจะประกอบด้วยสปริง เพื่อให้จับยึดงานได้แน่น และมีหลายแบบหลายขนาด ดังแสดงในภาพที่ 1.23

3 สายเชื่อม มีหน้าที่นำกระแสเชื่อมผลิตจากเครื่องเชื่อมไปสู่บริเวณอาร์กและสายเชื่อม ที่ใช้วงจรเชื่อมนั้นมีอยู่ 2 สาย คือ สายดินและสายเชื่อม ส่วนปลายสายดินจะต่อเข้ากับที่จับชิ้นงาน ส่วนสายเชื่อมจะต้องต่อเข้ากับหัวจับลวดเชื่อม สายเชื่อมควรเป็นสายอ่อนเพื่อสะดวกในการเก็บ มีฉนวนอย่างดีหุ้มลวดทองแดงเล็ก ๆ ประมาณ 800-2,500 เส้น พันกันเป็นเกลียวอยู่ภายใน ในการต่อสายกับข้อต่อขั้วต้องต่อให้แน่น การเลือกสายเชื่อมต้องพิจารณาปริมาณกระแสไฟสูงสุด และวัฏจักรการทำงานของเครื่องเชื่อม เพราะสายเชื่อมจะเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าไปยังบริเวณที่เกิดการอาร์ก ดังแสดงในภาพที่ 1.24



ภาพที่ 1.24 แสดงสายเชื่อมที่เป็นม้วน

ลวดเชื่อมไฟฟ้า

ลวดเชื่อมไฟฟ้าจะทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าและเป็นตัวเติมน้ำโลหะลงสู่บ่อหลอมละลายเมื่อเย็นตัวลงกลายเป็นแนวเชื่อม ลวดเชื่อมที่จะนำมาเชื่อมต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกันกับชิ้นงานที่จะเชื่อมและมีส่วนผสมที่ทำให้แนวเชื่อมมีสมบัติตามต้องการ ลวดเชื่อมไฟฟ้านั้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ลวดเชื่อมเปลือยกับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Flux Covered Electrode) เท่านั้น เพราะเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Flux Covered Electrode) โครงสร้างของลวดเชื่อมนี้ประกอบด้วย แกนลวดและฟลักซ์ที่หุ้มแกนลวด ฟลักซ์ที่หุ้มจะมีส่วนผสมต่าง ๆ เช่น ใยแร่เฟลด์สปาร์ ไทเทเนียมไดออกไซด์ ไมกา อะลูมินา แคลเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต ส่วนวัสดุที่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไฮเดรต ก็มีฝ้าย กระดาษ ขี้เลื่อย เซลลูโลส ฟลักซ์จะหลอมละลายไปพร้อมกับลวดเชื่อมและช่วยให้การอาร์กง่าย ช่วยให้คุณสมบัติการเชื่อมดีขึ้น ช่วยป้องกันออกซิเจนในอากาศเข้ารวมตัวกับแนวเชื่อม ช่วยปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อไม่ให้แนวเชื่อมเย็นตัวเร็วเกินไปช่วยให้เกิดเกล็ดแนวเชื่อมที่เรียบและมีผิวมัน ช่วยดึงสิ่งสกปรกในบ่อหลอมละลายขึ้นมารวมตัวกันเป็นสแลก ดังแสดงในภาพที่ 1.25 และ 1.26

ภาพที่ 1.25 แสดงโครงสร้างของลวดเชื่อม

ภาพที่ 1.26 แสดงการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ฟลักซ์ (Flux) คือ วัสดุที่ห่อหุ้มลวดเชื่อม ที่จะละลายไปพร้อมลวดเชื่อม ทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันอากาศเข้าไปในรอยเชื่อม ป้องกันเนื้อโลหะไม่ให้เย็นตัวเร็วเกินไป และเป็นตัวยึดจับเศษแปลกปลอมในเนื้อโลหะมาจับตัวกันเป็นสแลก (Slag) ถ้าพื้นที่งานเชื่อมมีลมแรง ๆ ก็มีผลให้รอยเชื่อมไม่สมบูรณ์ได้ ฟลักซ์ที่ใช้หุ้มแกนลวด ประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิด เช่น ใยแร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) ไมกา (Mica) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium Carbonate) และอะลูมิเนียม ส่วนวัสดุที่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไฮเดรต (Carbon Hydrates) ก็มีกระดาษฝ้าย ขี้เลื่อย เซลลูโลส (Cellulose) ถ้าหากเป็นลวดชนิดพิเศษ มีส่วนผสมของเกลือโลหะผสมอยู่ด้วยเพื่อช่วยให้แนวเชื่อมเป็นโลหะเจือที่สมบูรณ์ ฟลักซ์มีหน้าที่ ดังนี้

1. **ช่วยในการสร้างสแลก** ช่วยให้หยดน้ำโลหะมีขนาดโตขึ้น ช่วยในการป้องกันออกซิเจนในอากาศเข้ารวมตัวกับแนวเชื่อมขณะที่กำลังเย็นตัวลง ช่วยปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อไม่ให้แนวเชื่อมเย็นตัวเร็วเกินไป ช่วยให้เกิดเกล็ดแนวเชื่อมที่เรียบและมีผิวมัน ช่วยดึงสิ่งสกปรกในบ่อหลอมละลายขึ้นมารวมตัวกันเป็นสแลก
2. **ช่วยให้จุดประกายอาร์กได้ง่ายขึ้น** ระบบการอาร์กเรียบสม่ำเสมอ ช่วยให้สมบัติการเชื่อมดีขึ้น และในการสร้างแก๊สป้องกันบ่อหลอมละลายได้จากการสร้างออร์แกนิกและจากสารคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เติมและรักษาสมบัติของธาตุที่ผสมอยู่และช่วยให้แนวเชื่อมมีสมบัติตามต้องการ

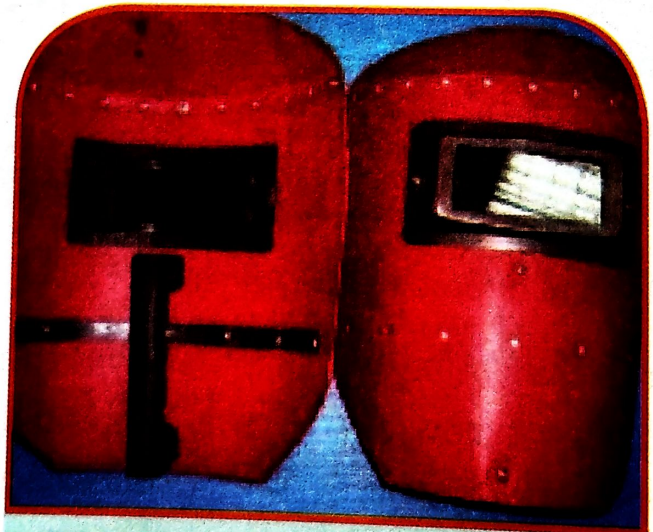
1 อุปกรณ์ป้องกันอันตราย (Protective Equipment)

หน้ากากที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ป้องกันรังสีและความร้อนที่เกิดจากการอาร์ก และทำให้มองเห็นบ่อหลอมละลายขณะทำการเชื่อมได้ หน้ากากเชื่อมมีทั้งแบบมือถือและแบบสวมศีรษะ ในตำแหน่งท่าเชื่อมที่ยากและต้องการแนวเชื่อมที่ดี ควรใช้หน้ากากแบบสวมหัวเพราะจะทำให้ทำการเชื่อมได้สะดวกมากขึ้น หน้ากากที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่

1.1 หน้ากากแบบสวมหัว จะต้องมีสายสำหรับยึดหน้ากากหมวกนิรภัยไว้ด้วย และเมื่อสวมหัวแล้วด้านหน้าของหน้ากากจะต้องเปิด-ปิดได้ ดังแสดงในภาพที่ 1.27

ภาพที่ 1.27 *แสดงหน้ากากแบบสวมหัว*

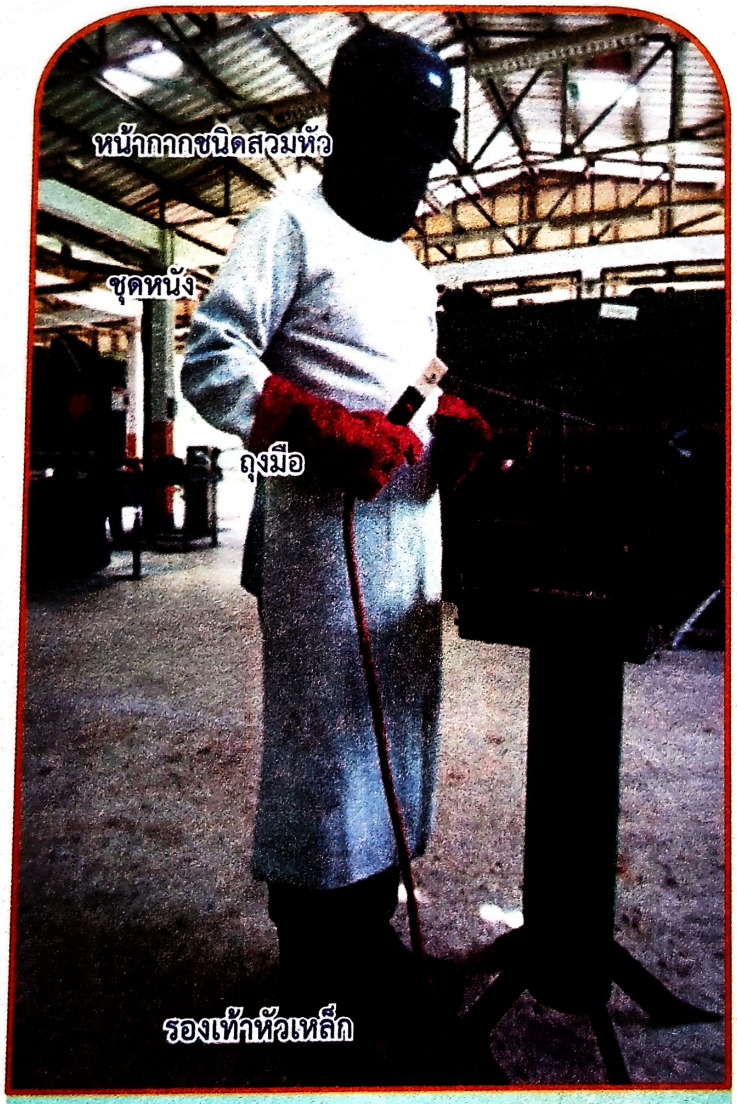
1.2 หน้ากากแบบมือถือ มีโครงสร้างเหมือนกับแบบสวมหัว แต่แบบมือถือนั้นต้องใช้มือถือ ส่วนกระจกกรองแสงนั้นโดยทั่วไปจะใช้เบอร์ 10 ดังแสดงในภาพที่ 1.28



ภาพที่ 1.28 *แสดงหน้ากากแบบมือถือ*

2 ชุดป้องกันอันตราย

การปฏิบัติงานเชื่อมนั้นต้องใช้อุปกรณ์ประกอบอีกหลายชนิด เพื่อป้องกันร่างกาย เช่น ถุงมือหนัง เสื้อหนัง ปลอกแขนหนัง หน้ากากเชื่อม หมวก รองเท้าหัวเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 1.29



ภาพที่ 1.29 แสดงชุดป้องกันอันตราย

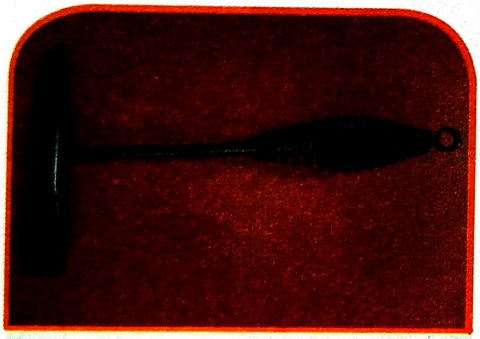
เครื่องมือทำความสะอาด

เครื่องมือทำความสะอาด มีดังนี้

1 **ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)** ใช้สำหรับเคาะสแลกที่อยู่บนแนวเชื่อมเมื่อเสร็จงาน หรือเมื่อต้องการเชื่อมทับแนวเดิม ค้อนเคาะสแลกทำด้วยเหล็กปลายด้านหนึ่งแบนคล้ายสกัด และปลายอีกด้านหนึ่งแหลมเพื่อใช้เคาะสแลกที่ฝังอยู่บนแนวเชื่อมออก ดังแสดงในภาพที่ 1.30

2 **แปรงลวด** ขนแปรงทำด้วยเหล็กแข็งที่มีสปริงพอควร เมื่อใช้แปรงแล้วจะได้ไม่หักงอหรือเสียรูป แปรงลวดนี้ใช้ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนหรือหลังเชื่อม เช่น ขัดสนิม เศษของสแลกขนาดเล็กที่ตกค้างอยู่ หรืออื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 1.31

3 **คีมจับงานร้อน** เป็นคีมที่ใช้จับชิ้นงานที่เชื่อมเสร็จแล้วและยังร้อนอยู่ไม่สามารถที่จะใช้มือจับได้ ดังแสดงในภาพที่ 1.32



ภาพที่ 1.30 แสดงค้อนเคาะสแลก

ภาพที่ 1.31 แสดงแปรงลวด

4 **ตะไบ** ใช้สำหรับตกแต่งครีบหรือคมชิ้นงานที่ตัดเสร็จแล้วเพื่อเตรียมเชื่อมต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 1.33

ภาพที่ 1.32 แสดงคีบจับงานร้อน

ภาพที่ 1.33 แสดงตะไบ

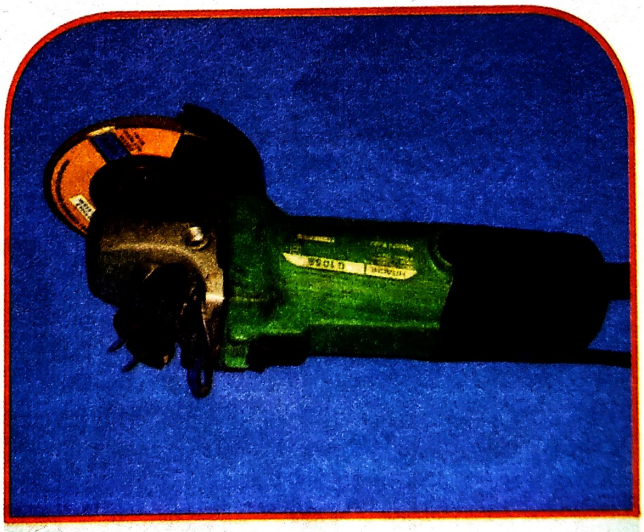
5 **สกัดปากแบน** เป็นเครื่องมือที่ใช้คู่กับค้อนหัวกลมในการสกัดเม็ดโลหะออกจากชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 1.34

ภาพที่ 1.34 *แสดงสกัดปากแบน*

6 **ค้อนหัวกลม** เป็นเครื่องมือที่ใช้เคาะชิ้นงานและตอกสกัดเม็ดโลหะออกจากชิ้นงานก่อนส่งตรวจ ดังแสดงในภาพที่ 1.35

7 **เครื่องเจียระไน** เป็นเครื่องมือที่ใช้แต่งแนวเชื่อมและรอยต่อชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 1.36

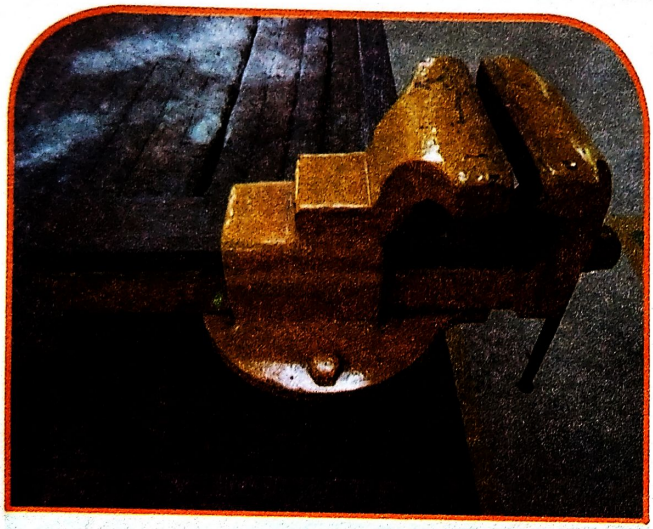
ภาพที่ 1.35 *แสดงค้อนหัวกลม*



ภาพที่ 1.36 *แสดงเครื่องเจียระไน*

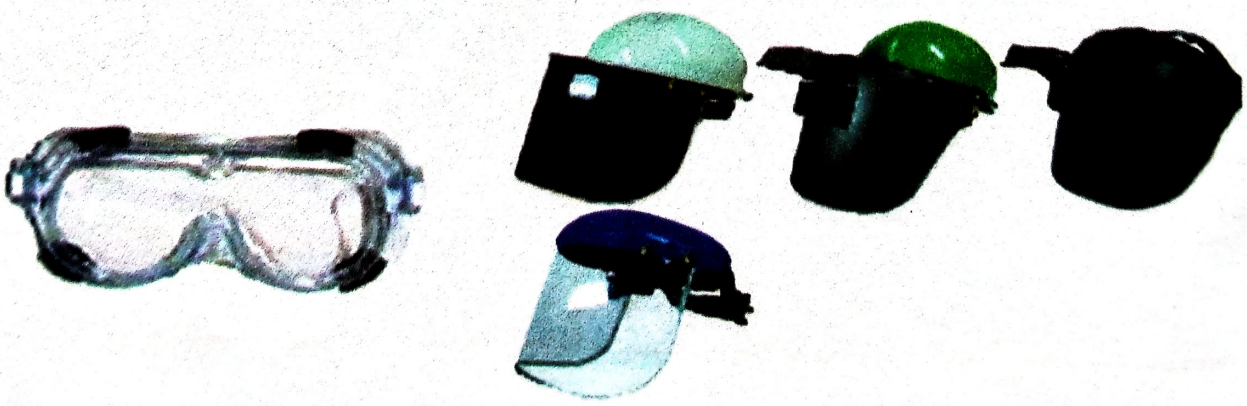
เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ปากกาจับงาน หินเจียระไนแบบตั้งพื้น แว่นตานิรภัย หน้ากากนิรภัย ดังแสดงในภาพที่ 1.37, 1.38 และ 1.39



ภาพที่ 1.37 แสดงปากกาจับงาน

ภาพที่ 1.38 แสดงเครื่องเจียระไนแบบตั้งพื้น

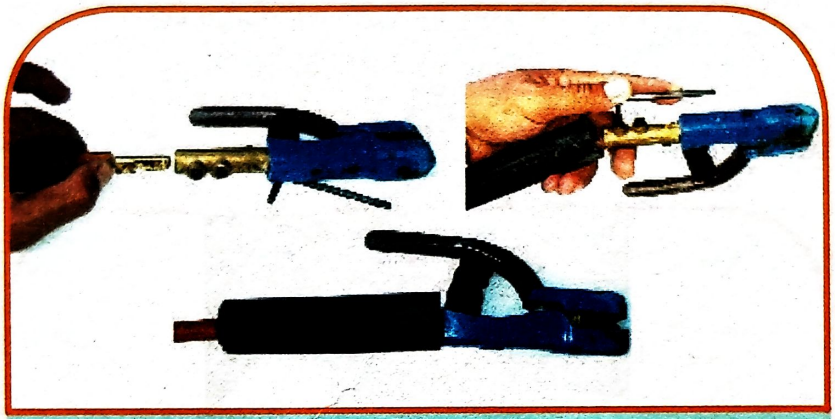


ภาพที่ 1.39 แสดงแว่นตาและหน้ากากนิรภัย

การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

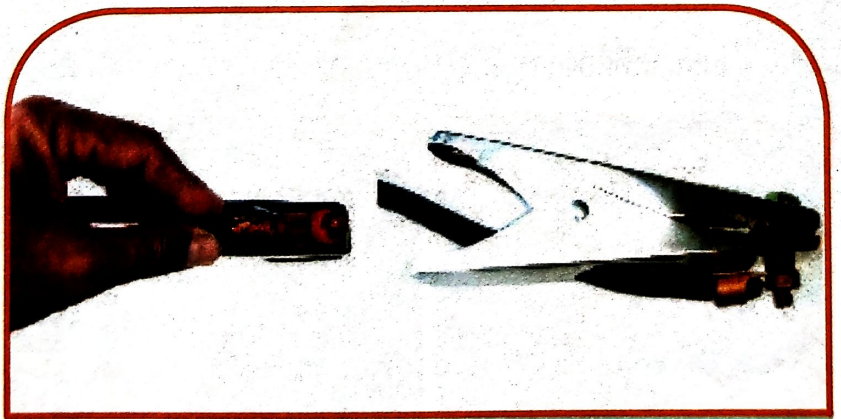
ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องการเชื่อมไฟฟ้า มีดังนี้

1. ต่อหัวจับลวดเชื่อมเข้ากับสายเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.40



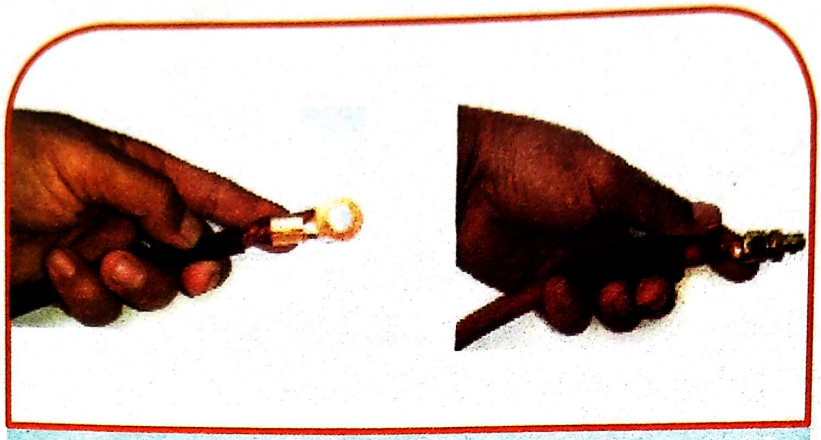
ภาพที่ 1.40 *แสดงการต่อหัวจับลวดเชื่อมเข้ากับสายเชื่อม*

2. ต่อที่จับสายดินเข้ากับสายดิน ดังแสดงในภาพที่ 1.41



ภาพที่ 1.41 *แสดงการต่อที่จับสายดินเข้ากับสายดิน*

3. นำข้อต่อชนิดใช้นอตยึดหรือชนิดสวมเข้ากับสายเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.42



ภาพที่ 1.42 *แสดงการประกอบข้อต่อเข้ากับสายเชื่อม*

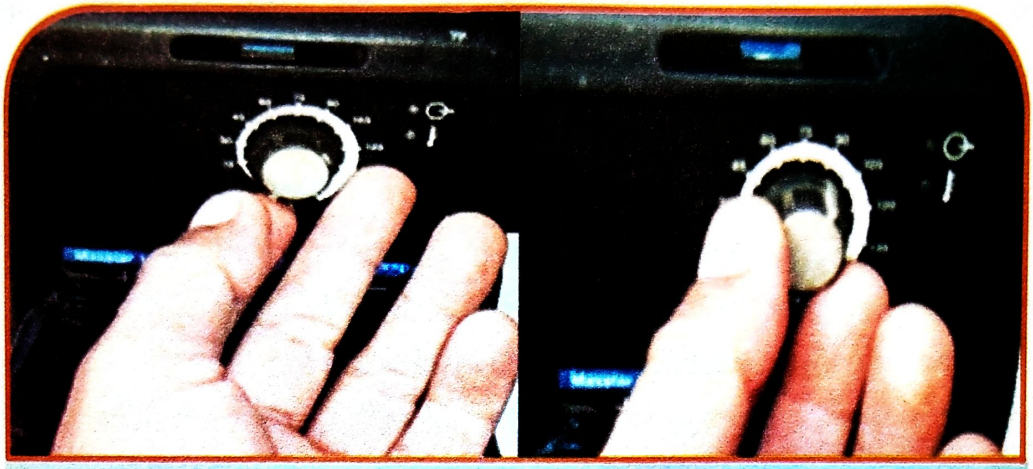
4. นำสายเชื่อมและสายดินที่ต่อเรียบร้อยแล้วยึดเข้ากับเครื่องเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.43

ภาพที่ 1.43 *แสดงการนำสายเชื่อมและสายดินที่ยึดข้อต่อเรียบร้อยแล้วเข้ากับเครื่องเชื่อม*

5. เลือกลวดเชื่อมตามขนาดที่ต้องการแล้วนำมาจับยึดที่หัวจับลวดเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.44

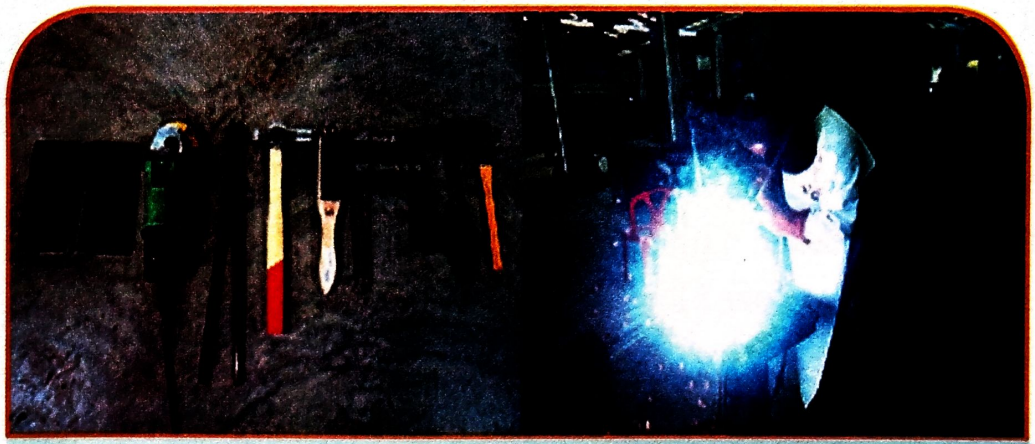
ภาพที่ 1.44 *แสดงขนาดลวดเชื่อมและจับยึดด้วยหัวจับลวดเชื่อม*

6 ปรับกระแสไฟและเปิดสวิตช์ที่เครื่องเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.45



ภาพที่ 1.45 *แสดงการปรับกระแสไฟตามที่ต้องการและเปิดสวิตช์ที่เครื่องเชื่อม*

7 เตรียมชิ้นงานและเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อมแล้วจึงเริ่มต้นเชื่อม ดังแสดงในภาพที่ 1.46



ภาพที่ 1.46 *แสดงชิ้นงาน เครื่องมือ อุปกรณ์และการเริ่มต้นปฏิบัติงานเชื่อม*

สรุป

พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้ามีเนื้อหาที่จะต้องศึกษาและนำไปปฏิบัติดังนี้

1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

1.1 การจัดพื้นที่โรงงานให้มีความเหมาะสมและปลอดภัย
1.2 การจัดเครื่องมือ เครื่องจักรให้มีความเหมาะสมปลอดภัย
1.3 ข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยและอาชีวอนามัย

2 ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า

ความปลอดภัยในการเชื่อมเป็นสิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องให้ความสำคัญควรปฏิบัติอย่างถูกต้องเคร่งครัด เพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตราย ซึ่งอาจจะนำความสูญเสียให้แก่ชีวิต ทรัพย์สิน อันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานเชื่อม มีดังนี้

2.1 เครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า
2.2 ก่อนปฏิบัติงานเชื่อมต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับร่างกาย
2.3 มีป้ายบอกเตือนอันตรายที่ด้านหลังเครื่องเชื่อม
2.4 ตรวจสอบข้อต่อสายเชื่อมที่ออกจากเครื่องเชื่อม
2.5 ในงานที่ต้องทำงานร่วมกันหรือใกล้เคียงกันควรปิดกั้นด้วยฉากป้องกัน
2.6 อย่าเชื่อมด้วยตาเปล่า
2.7 อย่าเชื่อมในที่มีน้ำเปียกชื้น
2.8 การเชื่อมในห้องเล็ก ๆ ในท่อหรือในถังต้องมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
2.9 ตรวจสอบอุปกรณ์ดูดควันให้สามารถทำงานได้
2.10 การเปลี่ยนลวดเชื่อม

3 กรรมวิธีการเชื่อม

3.1 การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)
3.2 การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding)
3.3 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)
3.4 การเชื่อมในสภาวะของแข็ง (Solid State Welding)
3.5 การแล่นประสาน (Brazing)
3.6 กรรมวิธีการเชื่อมอื่น ๆ

4 หลักการเชื่อมไฟฟ้า

การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded Metal Arc Welding) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเชื่อมโลหะโดยวิธีการเชื่อม "อาร์ก" ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมเกิดจากประกายอาร์กระหว่างผิวหน้าชิ้นงานและปลายลวดเชื่อม ซึ่งลวดเชื่อมที่หลอมละลายจะทำหน้าที่ป้อนเนื้อโลหะให้แก่แนวเชื่อม

5 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

5.1 เครื่องเชื่อมกระแสตรง (Direct Current Welding Machine)
- 1) เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Engine Motor Generator)
- 2) เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine)
- 3) เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter Welding Machine)

5.2 เครื่องเชื่อมกระแสสลับ (Alternating Current Welding Machine)

5.3 เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแส (Transformer Rectifier Welding)

6 อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

6.1 หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) 6.2 ที่ยึดสายดิน (Ground Clamp)

6.3 สายเชื่อม (Welding Cables)

7 ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode)

8 อุปกรณ์ป้องกันอันตราย (Protective Equipment)

8.1 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmets)
- 1) หน้ากากแบบสวมหัว
- 2) หน้ากากแบบมือถือ

8.2 ชุดป้องกันอันตราย

9 เครื่องมือทำความสะอาด (Cleaning tools)

9.1 ค้อนเคาะสแลก
9.2 แปรงลวด
9.3 คีมจับงานร้อน
9.4 ตะไบ
9.5 สกัดปากแบน
9.6 ค้อนหัวกลม
9.7 หินเจียระไน

10 เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ

11 การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

คำถามท้ายบทเรียนที่ 1

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การเชื่อมในโรงงานบนพื้นหรือทำการเชื่อมระยะสั้น ๆ ควรใช้หน้ากากเชื่อมแบบใด
   ก. แบบมือถือ
   ข. แบบสวมศีรษะ
   ค. ใช้แว่นตาเชื่อมแก๊สแทนได้เพราะเชื่อมไม่นาน
   ง. เชื่อมไม่มากสามารถชำเลืองดูได้
2. รังสีที่เกิดจากการเชื่อมมีผลอย่างไรกับตา
   ก. ตาลาย
   ข. ทำให้ตาบอด
   ค. ทำให้สายตาสั้น
   ง. ทำให้เกิดการระคายเคือง
3. กระจกใสด้านนอกมีประโยชน์อย่างไร
   ก. ป้องกันแสง
   ข. ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต
   ค. ป้องกันเม็ดโลหะร้อนกระเด็นไปถูกกระจกกรองแสง
   ง. ถูกทุกข้อ
4. ถุงมือที่ใช้ในงานเชื่อมควรทำจากวัสดุอะไร
   ก. หนังแท้ ข. หนังเทียม ค. พลาสติก ง. ยางพารา
5. คีมจับสายดินควรทำจากโลหะอะไร
   ก. เหล็ก ข. ทองเหลือง ค. ทองแดง ง. อะลูมิเนียม
6. ในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก คือข้อใด
   ก. เครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า
   ข. วัสดุงานที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้า
   ค. การเตรียมชิ้นงานเชื่อมไฟฟ้า
   ง. ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า
7. การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าในบริเวณที่เปียกชื้น จะเกิดอันตรายในด้านใด
   ก. ด้านแสง ข. ด้านเสียง ค. ด้านกระแสไฟฟ้า ง. ด้านความร้อน

8 การเชื่อมไฟฟ้าโลหะที่มีควันพิษ เช่น ท่อน้ำ ตะกั่ว ควรปฏิบัติอย่างไร

ก. ควรเชื่อมในห้องเชื่อมที่ปิดมิดชิดไม่ให้ควันพิษไปรบกวนผู้อยู่ข้างเคียง

ข. เชื่อมในสถานที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี

ค. ควรใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ เพื่อให้เกิดควันน้อย

ง. ไม่ควรเชื่อม ควรพิจารณาหาวิธีอื่นแทนการเชื่อม

9 รังสีที่เกิดจากการอาร์ก เป็นรังสีชนิดใด

ก. รังสีแกมมา ข. รังสีเอกซ์ ค. รังสีอัลตราไวโอเลต ง. อัลตราโซนิก

10 ในการเชื่อมไฟฟ้า สามารถมองดูการหลอมละลายได้จากข้อใด

ก. ชำเลืองมองดูด้วยตาเปล่าได้

ข. ซื้อแว่นตากันแดดมาใส่ดูได้ชัดเจนกว่า

ค. ใช้แว่นตาเชื่อมแก๊สแทนได้ ให้แสงสว่างดี

ง. ควรใช้แว่นตาหรือหน้ากากที่กำหนดความเข้มไว้โดยเฉพาะ

11 คีมจับสายดินชิ้นงานไม่แน่นจะมีผลอย่างไร

ก. ไม่เกิดอาร์ก

ข. กระแสต่ำลง

ค. เกิดการอาร์กที่สายดินแทน

ง. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.

12 หัวจับลวดเชื่อม ควรมีคุณสมบัติใด

ก. เป็นสื่อนำไฟฟ้าที่ดี ข. จับลวดเชื่อมได้หลายขนาด

ค. ใช้กับกระแสไฟสูง ๆ ได้ ง. ถูกทุกข้อ

13 ข้อใด**ไม่ควร**นำมาพิจารณาในการเลือกซื้อเครื่องเชื่อมมากเกินไป

ก. ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม ข. อายุการใช้งาน

ค. ความสิ้นเปลืองของกระแสไฟ ง. ราคาถูก

14 ข้อใด**ไม่ใช่**เครื่องเชื่อมกระแสตรง

ก. เครื่องเชื่อมแบบเรียงกระแส ข. เครื่องเชื่อมมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์

ค. เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า ง. เครื่องเชื่อมชนิดกำเนิดไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์

15 ชุดเรียงกระแส (Rectif ier) ทำหน้าที่อะไร

ก. แปลงกระแสไฟตรงให้เป็นกระแสสลับ ข. เพิ่มกระแสไฟให้สูงขึ้น

ค. แปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง ง. แปลงขั้วบวกให้เป็นขั้วลบ

16 ระดับเสียงมาตรฐานของประเทศไทยกำหนดไว้ไม่เกินกี่เดซิเบล

ก. 80 เดซิเบล ข. 90 เดซิเบล ค. 100 เดซิเบล ง. 120 เดซิเบล

17 เครื่องเชื่อมแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้กี่ประเภท

ก. เครื่องเชื่อมแบบทรานส์ฟอร์เมอร์และแบบเรียงกระแส

ข. เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์และแบบทรานส์ฟอร์เมอร์

ค. เครื่องเชื่อมแบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์และแบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อน

ง. เครื่องเชื่อมชนิดกระแสสลับและชนิดกระแสตรง

18 เครื่องเชื่อมกระแสตรง (DC) แบบ DCEN และแบบ DCEP แบบใดสามารถหลอมละลายลึกได้มากกว่า

ก. DCEN (Direct Current Electrode Negative) หลอมละลายลึกได้ดีกว่า

ข. DCEP (Direct Current Electrode Positive) หลอมละลายลึกได้ดีกว่า

ค. หลอมละลายลึกได้ดีทั้งสองแบบ

ง. ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้และลักษณะงาน

19 เครื่องเชื่อมกระแสตรง (DC) แบบ DCEN และแบบ DCEP แบบใดเชื่อมได้เร็ว

ก. แบบ DCEN เนื่องจากความร้อนที่ชิ้นงานมากกว่า

ข. แบบ DCEP เนื่องจากความร้อนที่ลวดเชื่อมมีมากกว่าหลอมละลายเร็วสามารถเดินได้เร็ว

ค. ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เชื่อมในการเดินเร็วหรือช้า

ง. ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องเชื่อม

20 สายเชื่อมไฟฟ้า (เคเบิล) ส่วนมากทำจากโลหะชนิดใด

ก. อะลูมิเนียม ข. ทองแดง ค. ทองเหลือง ง. ลวดสลิง