เอกสารประกอบการสอน

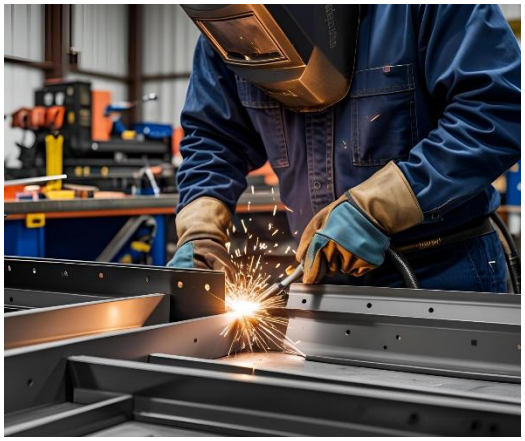
บทเรียน: ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

กลุ่มอาชีพเครื่องกลและยานยนต์

สาขาวิชาช่างยนต์

เรื่อง หลักการเชื่อมโลหะและประกอบขึ้นรูป

ผลิตภัณฑ์แผ่นโลหะเบื้องต้น



สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 5

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกภาคส่วนของชีวิต การทำความเข้าใจหลักการทั่วไปของงานอาชีพและการวิเคราะห์เบื้องต้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักศึกษาใน **สาขา สาขาวิชาช่างยนต์** บทเรียนนี้จะช่วยให้คุณได้เรียนรู้และทำความเข้าใจถึงโครงสร้างพื้นฐานของงานอาชีพต่าง ๆ ทักษะที่จำเป็น และกระบวนการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการก้าวเข้าสู่โลกของการทำงานจริง ไม่ว่าคุณจะมีความฝันที่จะเป็นผู้ประกอบการ นักพัฒนา นักวิเคราะห์ข้อมูล หรือผู้เชี่ยวชาญด้านดิจิทัลใด ๆ ก็ตาม การมีพื้นฐานความรู้ที่แข็งแกร่งในเรื่องเหล่านี้จะช่วยให้คุณสามารถปรับตัวและเติบโตได้อย่างยั่งยืนในอาชีพที่คุณเลือก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	**ก**
สารบัญ	**ข**
บทที่ 1: ความรู้เบื้องต้นและความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า	**1**
1.1 การเชื่อมอาร์กไฟฟ้าคืออะไร	1
1.2 หลักความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า	1
1.3 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย	2
บทที่ 2: เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	**3**
2.1 วงจรการเชื่อมไฟฟ้า	3
2.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ (SMAW Electrode)	3
2.3 อุปกรณ์เสริม	3
บทที่ 3: เทคนิคและขั้นตอนการเชื่อมไฟฟ้าเบื้องต้น	**4**
3.1 การเตรียมชิ้นงานและการปรับตั้งเครื่อง	4
3.2 การเริ่มต้นอาร์ก (Arc Striking)	4
3.3 ปัจจัยสำคัญในการควบคุมแนวเชื่อม	4
3.4 การจบแนวเชื่อมและการทำความสะอาด	4
บทที่ 4: ข้อบกพร่องในแนวเชื่อมที่พบบ่อย (Common Welding Defects)	**5**
4.1 ข้อบกพร่องในแนวเชื่อมที่พบบ่อย	5
4.2 การตรวจสอบแนวเชื่อมเบื้องต้น	5
อภิธานศัพท์	**6**
แบบฝึกทักษะ	**9**
คณะผู้จัดทำ	**10**

1. ความรู้เบื้องต้นและความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า

1.1 การเชื่อมอาร์กไฟฟ้าคืออะไร

การเชื่อมอาร์กไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้ม (Shielded Metal Arc Welding: SMAW) หรือที่เรียกกันติดปากว่า "การเชื่อมธูป" คือกระบวนการต่อโลหะให้ติดกันโดยใช้ความร้อนสูงที่เกิดจาก การอาร์ก (Arc) ระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ความร้อนนี้จะหลอมละลายทั้งลวดเชื่อมและผิวของชิ้นงานให้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน เกิดเป็นแนวเชื่อมเมื่อเย็นตัวลง

ภาพการเชื่อมอาร์กไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้ม

1.2 หลักความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า

ความปลอดภัยถือเป็นหัวใจสำคัญที่สุดในการปฏิบัติงานช่างทุกแขนง โดยเฉพาะงานเชื่อมซึ่งมีความเสี่ยงจากความร้อน, แสง, กระแสไฟฟ้า และควัน

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE) ที่ต้องสวมใส่ทุกครั้ง

- หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet) ป้องกันดวงตาและใบหน้าจากแสงอาร์กที่สว่างจ้า, รังสีอัลตราไวโอเลต (UV), รังสีอินฟราเรด (IR) และสะเก็ดไฟ

- ชุดเอี๊ยมหนัง (Leather Apron) ป้องกันลำตัวและเสื้อผ้าจากการไหม้เนื่องจากสะเก็ดไฟและความร้อน

- ถุงมือหนัง (Leather Gloves) ป้องกันมือจากความร้อน, สะเก็ดไฟ และป้องกันไฟฟ้าดูด

- รองเท้านิรภัย (Safety Shoes) เป็นรองเท้าหัวเหล็กหุ้มส้น เพื่อป้องกันของหนักตกใส่เท้าและป้องกันไฟฟ้าดูด

1.3 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย

- ตรวจสอบสภาพเครื่องเชื่อมและสายไฟทุกครั้งก่อนใช้งาน
- ทำงานในพื้นที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก เพื่อระบายควันที่เกิดจากการเชื่อม
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีวัสดุไวไฟอยู่ในบริเวณที่ปฏิบัติงาน
- ห้ามสัมผัสชิ้นส่วนของวงจรเชื่อมด้วยมือเปล่า

สรุปท้ายบทที่ 1

การเชื่อมอาร์กไฟฟ้าเป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนจากการอาร์กเพื่อหลอมโลหะ สิ่งที่สำคัญที่สุดก่อนเริ่มงานคือการเตรียมความพร้อมด้านความปลอดภัย โดยต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้ครบถ้วน และปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ การปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยเหล่านี้จะช่วยลดความเสี่ยงและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานเชื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า

2.1 วงจรการเชื่อมไฟฟ้า

เพื่อให้เกิดการอาร์กได้ จะต้องมีวงจรไฟฟ้าที่ครบสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย:

- เครื่องเชื่อม: ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าในอาคารให้เป็นกระแสและแรงดันที่เหมาะสมกับงานเชื่อม
- สายเชื่อมและคีมจับลวดเชื่อม: นำกระแสไฟฟ้าจากเครื่องไปยังลวดเชื่อม
- ลวดเชื่อม: เป็นตัวกลางให้เกิดการอาร์กและเป็นเนื้อโลหะที่เติมลงในแนวเชื่อม
- ชิ้นงาน: โลหะที่ต้องการเชื่อม
- สายดินและคีมจับสายดิน: ต่อจากเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงานเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลกลับครบวงจร

2.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ (SMAW Electrode)

ลวดเชื่อมมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน:

- แกนลวด (Core Wire): เป็นโลหะที่ใช้ทำแนวเชื่อม
- สารพอกหุ้ม (Flux): เป็นสารเคมีที่หุ้มแกนลวดไว้ มีหน้าที่สำคัญคือ: สร้างแก๊สปกคลุมบ่อหลอมละลาย ป้องกันอากาศจากภายนอกทำปฏิกิริยา สร้าง สแลก (Slag) ปกคลุมแนวเชื่อม ช่วยให้แนวเชื่อมเย็นตัวช้าลงและมีคุณสมบัติดีขึ้นช่วยให้การอาร์กสม่ำเสมอ

<u>รหัสลวดเชื่อมที่ควรรู้จัก: E6013</u>

ลวดเชื่อม E6013 เป็นที่นิยมสำหรับผู้เริ่มต้นและงานช่างทั่วไป เพราะเชื่อมง่ายและให้แนวเชื่อมสวยงาม

E = ลวดเชื่อมไฟฟ้า

60 = ทนแรงดึงได้ 60,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

1 = เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม

3 = ชนิดของสารพอกหุ้ม (เหมาะกับไฟ AC และ DC)

2.3 อุปกรณ์เสริม

ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer): ใช้สำหรับเคาะสแลกที่เปราะและแข็งออกจากแนวเชื่อม แปรงลวด (Wire Brush): ใช้ขัดทำความสะอาดแนวเชื่อมหลังเคาะสแลกออกแล้ว

สรุปท้ายบทที่ 2

การเชื่อมไฟฟ้าต้องอาศัยอุปกรณ์ในวงจรที่สมบูรณ์ ตั้งแต่เครื่องเชื่อมไปจนถึงคีมจับสายดิน วัสดุสิ้นเปลืองที่สำคัญคือ "ลวดเชื่อม" ซึ่งมีสารพอกหุ้มทำหน้าที่ปกป้องแนวเชื่อม การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงานเป็นสิ่งจำเป็น และต้องมีอุปกรณ์เสริมเพื่อทำความสะอาดชิ้นงานหลังการเชื่อม

3. เทคนิคและขั้นตอนการเชื่อมไฟฟ้าเบื้องต้น

3.1 การเตรียมชิ้นงานและการปรับตั้งเครื่อง

- ทำความสะอาดชิ้นงาน: ขจัดสี สนิม คราบน้ำมัน หรือสิ่งสกปรกออกจากบริเวณที่จะเชื่อม
- ยึดชิ้นงาน: วางชิ้นงานบนโต๊ะเชื่อมและใช้คีมจับสายดินหนีบชิ้นงานให้แน่น
- ปรับกระแสไฟ (แอมป์): ตั้งค่ากระแสไฟบนเครื่องเชื่อมให้เหมาะสมกับขนาดของลวดเชื่อม (โดยทั่วไปมีคำแนะนำอยู่ข้างกล่องลวดเชื่อม)

3.2 การเริ่มต้นอาร์ก (Arc Striking)

มี 2 วิธีที่นิยม:

- วิธีขีด (Scratching): ขีดปลายลวดเชื่อมบนชิ้นงานในลักษณะคล้ายการจุดไม้ขีดไฟ
- วิธีเคาะ (Tapping): เคาะปลายลวดเชื่อมบนชิ้นงานเบาๆ ในแนวดิ่ง แล้วยกขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อสร้างระยะอาร์ก

ภาพการเริ่มต้นอาร์ก

3.3 ปัจจัยสำคัญในการควบคุมแนวเชื่อม

การเชื่อมให้ได้แนวที่สวยงามและสมบูรณ์ ต้องควบคุม 3 สิ่งนี้ให้สัมพันธ์กัน: ระยะอาร์ก (Arc Length): คือระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับผิวชิ้นงาน ควรคงระยะไว้ที่ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร

มุมลวดเชื่อม (Travel Angle): คือมุมของลวดเชื่อมเทียบกับชิ้นงาน ควรเอียงทำมุมประมาณ 70-80 องศาในทิศทางที่จะเคลื่อนที่ไป

ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Travel Speed): ต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ไม่ช้าหรือเร็วจนเกินไป

3.4 การจบแนวเชื่อมและการทำความสะอาด

เมื่อสิ้นสุดแนวเชื่อม ให้ยกคีมจับลวดเชื่อมขึ้นเพื่อหยุดการอาร์กรอให้แนวเชื่อมเย็นตัวลงสักครู่ ใช้ค้อนเคาะสแลกออก แล้วตามด้วยแปรงลวดขัดให้สะอาด

สรุปท้ายบทที่ 3

เทคนิคการเชื่อมที่ดีเริ่มต้นจากการเตรียมงานที่ถูกต้อง การเริ่มต้นอาร์กสามารถทำได้ทั้งวิธีขีดและวิธีเคาะ หัวใจของการควบคุมแนวเชื่อมคือการรักษาสมดุลของ ระยะอาร์ก, มุมลวดเชื่อม, และความเร็วในการเคลื่อนที่ให้คงที่ตลอดการเชื่อม

4. ข้อบกพร่องในแนวเชื่อมที่พบบ่อย (Common Welding Defects)

4.1 ข้อบกพร่องในแนวเชื่อมที่พบบ่อย (Common Welding Defects)

รอยกัดแหว่ง (Undercut): เป็นร่องลึกที่ขอบแนวเชื่อม เกิดจากการใช้กระแสไฟสูงเกินไป หรือเดินแนวเชื่อมเร็วเกินไป

แนวเชื่อมไม่สม่ำเสมอ: เกิดจากการควบคุมความเร็วหรือระยะอาร์กไม่คงที่

เม็ดโลหะกระเด็น (Spatter): มีสะเก็ดโลหะเกาะอยู่รอบๆ แนวเชื่อมมากเกินไป เกิดจากการใช้กระแสไฟสูงหรือระยะอาร์กยาวเกินไป

ตามด (Porosity): มีฟองอากาศหรือรูพรุนในเนื้อเชื่อม เกิดจากแนวเชื่อมไม่ได้รับการปกป้องจากแก๊สคลุมอย่างสมบูรณ์

4.2 การตรวจสอบแนวเชื่อมเบื้องต้น

การตรวจสอบที่ง่ายและรวดเร็วที่สุดคือ การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) โดยพิจารณาจาก

- ขนาดของแนวเชื่อม: มีความกว้างและความนูนสม่ำเสมอตลอดแนวหรือไม่?
- ลักษณะผิวของแนวเชื่อม: ผิวเรียบเป็นเกล็ดสวยงามหรือไม่?
- ความสมบูรณ์ของแนวเชื่อม: มีรอยกัดแหว่ง รอยร้าว หรือตามดหรือไม่?
- ความสะอาด: มีเม็ดโลหะกระเด็นเกาะอยู่มากน้อยเพียงใด?

สรุปท้ายบทที่ 4

การรู้จักข้อบกพร่องในงานเชื่อม เช่น รอยกัดแหว่ง หรือตามด ทำให้ช่างสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขปัญหาได้ การตรวจสอบด้วยสายตาเป็นวิธีพื้นฐานในการประเมินคุณภาพของแนวเชื่อม โดยดูจากความสม่ำเสมอ ความสมบูรณ์ และความสะอาดของแนวเชื่อม

ศัพท์น่ารู้ : อภิธานศัพท์ (Glossary of Key Terms)

การเชื่อมอาร์กไฟฟ้า (Shielded Metal Arc Welding: SMAW): กระบวนการเชื่อมโลหะโดยใช้ความร้อนสูงที่เกิดจากการอาร์กระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน เพื่อหลอมละลายโลหะให้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน

การเชื่อมธูป: ชื่อเรียกติดปากของการเชื่อมอาร์กไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้ม (SMAW)

การอาร์ก (Arc): การปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านช่องว่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ก่อให้เกิดความร้อนและแสงสว่างจ้า

แนวเชื่อม: รอยต่อของโลหะที่หลอมรวมเป็นเนื้อเดียวกันหลังจากการเชื่อมเย็นตัวลง

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE): อุปกรณ์ที่สวมใส่เพื่อป้องกันอันตรายต่อร่างกายในระหว่างการปฏิบัติงาน

หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet): อุปกรณ์ป้องกันดวงตาและใบหน้าจากแสงอาร์ก รังสี UV, IR และสะเก็ดไฟ

รังสีอัลตราไวโอเลต (UV): รังสีที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เป็นอันตรายต่อดวงตาและผิวหนัง

รังสีอินฟราเรด (IR): รังสีที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ก่อให้เกิดความร้อนสูง เป็นอันตรายต่อดวงตา

ชุดเอี๊ยมหนัง (Leather Apron): ชุดป้องกันลำตัวและเสื้อผ้าจากการไหม้จากสะเก็ดไฟและความร้อน

ถุงมือหนัง (Leather Gloves): ถุงมือสำหรับป้องกันมือจากความร้อน สะเก็ดไฟ และป้องกันไฟฟ้าดูด

รองเท้านิรภัย (Safety Shoes): รองเท้าหัวเหล็กหุ้มส้นสำหรับป้องกันของหนักตกใส่เท้าและป้องกันไฟฟ้าดูด

วัสดุไวไฟ: วัสดุที่สามารถติดไฟได้ง่ายและรวดเร็ว เช่น กระดาษ ผ้า น้ำมันเชื้อเพลิง

วงจรเชื่อม: เส้นทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากเครื่องเชื่อมผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน และกลับสู่เครื่องเชื่อม

เครื่องเชื่อม (Welding Machine): อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายหลัก (ในอาคาร) ให้เป็นกระแสและแรงดันที่เหมาะสมสำหรับงานเชื่อม

สายเชื่อม (Welding Cable): สายไฟฟ้าที่ใช้ในการนำกระแสไฟฟ้าจากเครื่องเชื่อมไปยังคีมจับลวดเชื่อม

คีมจับลวดเชื่อม (Electrode Holder): อุปกรณ์ที่ใช้จับลวดเชื่อมและนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมไปยังลวดเชื่อม

ลวดเชื่อม (Electrode): วัสดุที่เป็นตัวกลางให้เกิดการอาร์ก และเมื่อหลอมละลายจะกลายเป็นเนื้อโลหะเติมในแนวเชื่อม

ชิ้นงาน (Workpiece): โลหะที่ต้องการทำการเชื่อมต่อกัน

สายดิน (Ground Cable): สายไฟฟ้าที่ใช้ต่อจากเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงาน เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลกลับสู่เครื่องเชื่อมครบวงจร

คีมจับสายดิน (Ground Clamp): อุปกรณ์ที่ใช้จับสายดินเข้ากับชิ้นงาน เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลกลับได้สะดวก

การอาร์ก (Arcing): การเกิดประกายไฟและควันจากการไหลของกระแสไฟฟ้าแรงสูงระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ทำให้เกิดความร้อนสูงเพื่อหลอมละลายโลหะ

แกนลวด (Core Wire): ส่วนที่เป็นโลหะด้านในของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ซึ่งเมื่อหลอมละลายจะกลายเป็นเนื้อโลหะในแนวเชื่อม

สารพอกหุ้ม (Flux Coating): สารเคมีที่หุ้มแกนลวดเชื่อมไว้ มีหน้าที่หลากหลาย เช่น สร้างแก๊สปกคลุม สร้างสแลก และช่วยให้การอาร์กสม่ำเสมอ

สแลก (Slag): คราบของเสียที่เกิดขึ้นจากการหลอมละลายของสารพอกหุ้ม ซึ่งจะลอยขึ้นมาปกคลุมแนวเชื่อมหลังจากที่โลหะเย็นตัวลง

แนวเชื่อม (Weld Bead): รอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจากการหลอมละลายของลวดเชื่อมและโลหะชิ้นงาน

ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer): เครื่องมือที่ใช้สำหรับเคาะหรือสกัดสแลกที่แข็งตัวออกจากแนวเชื่อม

แปรงลวด (Wire Brush): เครื่องมือที่ใช้สำหรับขัดทำความสะอาดพื้นผิวแนวเชื่อม หลังจากที่เคาะสแลกออกแล้ว เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ตกค้าง

การเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding): กระบวนการเชื่อมโลหะโดยใช้ความร้อนจากกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน

ชิ้นงาน (Workpiece): วัตถุหรือโลหะที่จะทำการเชื่อม

คีมจับสายดิน (Ground Clamp): อุปกรณ์ที่ใช้หนีบชิ้นงานเพื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าในการเชื่อม

กระแสไฟ (Amperage/Amp): ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม มีผลต่อการหลอมละลายของลวดเชื่อมและชิ้นงาน

ลวดเชื่อม (Welding Electrode/Rod): วัสดุสิ้นเปลืองที่ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าและเป็นโลหะเติมในกระบวนการเชื่อม

การเริ่มต้นอาร์ก (Arc Striking): กระบวนการเริ่มต้นให้เกิดประกายไฟ (อาร์ก) ระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงานเพื่อเริ่มการเชื่อม

วิธีขีด (Scratching): เทคนิคการเริ่มต้นอาร์กโดยการขีดปลายลวดเชื่อมบนชิ้นงานคล้ายการจุดไม้ขีดไฟ

วิธีเคาะ (Tapping): เทคนิคการเริ่มต้นอาร์กโดยการเคาะปลายลวดเชื่อมบนชิ้นงานเบาๆ ในแนวดิ่งแล้วยกขึ้นอย่างรวดเร็ว

ระยะอาร์ก (Arc Length): ระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับผิวชิ้นงาน มีผลต่อความร้อนและการแทรกซึมของแนวเชื่อม

มุมลวดเชื่อม (Travel Angle): มุมของลวดเชื่อมเทียบกับชิ้นงานในทิศทางที่เคลื่อนที่ไป มีผลต่อรูปร่างและคุณภาพของแนวเชื่อม

ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Travel Speed): ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อมไปตามแนวเชื่อม มีผลต่อขนาดและความสม่ำเสมอของแนวเชื่อม

แนวเชื่อม (Weld Bead): รอยเชื่อมที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานหลังจากทำการเชื่อม

สแลก (Slag): คราบออกไซด์หรือสารเคมีที่หลอมรวมตัวกันเป็นชั้นปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากอากาศ

ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer): ค้อนที่ใช้เคาะเพื่อกำจัดสแลกออกจากแนวเชื่อม

แปรงลวด (Wire Brush): แปรงที่ใช้ขนแปรงเป็นลวดโลหะ สำหรับขัดทำความสะอาดแนวเชื่อม

แบบฝึกทักษะ (อัตนัย)

คำชี้แจง: ให้นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้อย่างละเอียด

1. ความปลอดภัยในงานเชื่อม: อธิบายความสำคัญของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) และข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย

.....

.....

2. เครื่องมือและอุปกรณ์: บอกส่วนประกอบของวงจรการเชื่อมและหน้าที่ของอุปกรณ์ต่างๆ

.....

.....

3. ลวดเชื่อมไฟฟ้า: บอกความหมายของรหัสลวดเชื่อม E6013 และหน้าที่ของสารพอกหุ้ม

.....

.....

4. เทคนิคการเชื่อม: อธิบายปัจจัยสำคัญในการควบคุมแนวเชื่อม เช่น ระยะอาร์ก, มุมลวดเชื่อม, และความเร็วในการเคลื่อนที่

.....

.....

5. ข้อบกพร่องในงานเชื่อม: บอกลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องที่พบบ่อย

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกทักษะ (อัตนัย)

รายละเอียดการประเมิน	**คะแนนเต็ม (20 คะแนน)**
1. ความปลอดภัยในงานเชื่อม อธิบายความสำคัญของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) และข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยได้ชัดเจน ครบถ้วน และถูกต้อง	4
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ บอกส่วนประกอบของวงจรการเชื่อมและหน้าที่ของอุปกรณ์ต่างๆได้ครบถ้วน	4
3. ลวดเชื่อมไฟฟ้า วิเคราะห์แนวโน้มในอนาคตของงานอาชีพได้น่าเชื่อถือ มีการระบุโอกาสและความท้าทายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ครบถ้วน	4
4. เทคนิคการเชื่อม อธิบายปัจจัยสำคัญในการควบคุมแนวเชื่อม เช่น ระยะอาร์ก, มุมลวดเชื่อม, และความเร็วในการเคลื่อนที่ได้ชัดเจน ครบถ้วน และถูกต้อง	4
5. ข้อบกพร่องในงานเชื่อม บอกลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องที่พบบ่อย ได้ชัดเจน ครบถ้วน และถูกต้อง	4
รวม	**20**

หมายเหตุ: การให้คะแนนจะพิจารณาจากความลึกซึ้งของการวิเคราะห์ การเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับหลักการที่เรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้แนวคิดเพื่อตอบคำถามได้อย่างสมเหตุสมผล

ผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

1. นายสุระศักดิ์ เพียสุระ	ผอ.สพป.ขอนแก่น เขต 5
2. นายธรัตพนธ์ วิทย์บุญประคม	รอง ผอ.สพป.ขอนแก่น เขต 5
3. นายสุระพล สอนเสนา	รอง ผอ.สพป.ขอนแก่น เขต 5
4. นายเอกศักดิ์ จันทะกา	รอง ผอ.สพป.ขอนแก่น เขต 5
5. นางผ่องพันธ์ แพงบุดดี	ผอ.กลุ่มนิเทศ กำกับ ติดตามและประเมินผลฯ

ผู้จัดทำ

1. นายธีรพงษ์ วงษ์หนองหอย	ผอ.โรงเรียนโพธิ์ตากวิทยา
2. นางสาวศุจิมนัส ปาจรียานนท์	ผอ.โรงเรียนบ้านสงเปือย
3. นายพุธจักร ตีกา	ผอ.โรงเรียนบ้านหนองนกเขียนประชาอุปถัมภ์
4. นางสาวนันทิยา นามเทพ	รอง ผอ.รร.โรงเรียนบ้านนาก้านเหลือง
5. นายจตุรพร มณีโนนโพธิ์	รอง ผอ.รร.โรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์
6. นายชาตรี สีพาเสน	รอง ผอ.รร.โรงเรียนบ้านวังยาว
7. นางฤดีวรรณ รัตนพันธ์	ครูโรงเรียนบ้านวังยาว
8. นางสาวศิประภา จันทร์วิเศษ	ครูโรงเรียนบ้านวังยาว
9. นางสาวสุมา ฮาดวิเศษ	ครูโรงเรียนบ้านสะอาด
10. นางสาวคณิตา ทีทา	ครูโรงเรียนหนองหอยเทพเทวัญ
11. นางสาวจันทิมา บรรณวงษา	ครูโรงเรียนหนองหอยเทพเทวัญ
12. นางสาวนนทลี เพียศักดิ์	ครูโรงเรียนหนองหอยเทพเทวัญ
13. นางสาวพรพิมล จันทร์อ่อน	ครูโรงเรียนบ้านหนองสระ
14. นายสิทธิศักดิ์ จิตรเขม้น	ครูโรงเรียนบ้านศรีสุข
15. นางจุฬาลักษณ์ สุนทรชัย	ครูโรงเรียนบ้านศรีสุข
16. นายณรงค์ศักดิ์ จันทะรักษา	ครูโรงเรียนหนองแสงวิทยาสรรค์
17. นางสาวปลิตา ศรีไสว	ครูโรงเรียนหนองแสงวิทยาสรรค์
18. นางสาววริศรา ถาวงษ์กลาง	ครูโรงเรียนบ้านดอนหันสระบัว

บรรณาธิการ

นางสาวกฤตมุข เฉิดทรัพย์	ศึกษานิเทศก์