# งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น

Basic Welding

20103-1001

ผู้แต่ง : พิเชษฐ์ สิงห์ชู

# คำอธิบายรายวิชา

**รหัสวิชา** 20103-1001 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น (Basic Welding) **หน่วยกิต** 0-6-2

## จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เชื่อมแก๊ส และตัดด้วยแก๊สแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
2. มีทักษะในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
3. มีทักษะในการเชื่อมแก๊สและตัดด้วยแก๊สแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
4. มีกิจนิสัยในการทำงานที่ดี ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยตามหลักอาชีวศึกษา

# คำอธิบายรายวิชา

**รหัสวิชา** 20103-1001 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น (Basic Welding) **หน่วยกิต** 0-6-2

## สมรรถนะรายวิชา

1. เชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนทุกตำแหน่งท่าเชื่อม
2. เชื่อมแก๊สแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนแบบ Forehand ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม
3. ตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส ด้วยเครื่องและมือ

# คำอธิบายรายวิชา

**รหัสวิชา** 20103-1001 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น (Basic Welding) **หน่วยกิต** 0-6-2

## คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติเกี่ยวกับงานเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน งานเริ่มต้นอาร์ก งานเชื่อมต่อแนว งานเชื่อมพอก งานเชื่อมเดินแนวทุกตำแหน่งท่าเชื่อม งานเชื่อมแก๊ส งานปรับเปลวไฟเชื่อม งานสร้างบ่อหลอมเหลว งานเชื่อมเดินแนว รอยต่อมุม รอยต่อชนแบบ Forehand ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม งานตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส โดยใช้อุปกรณ์ถูกต้องตามหลักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

# ความรู้เบื้องต้นในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

# สาระสำคัญ

การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นการเชื่อมด้วยการอาร์กอีกหนึ่งวิธีที่เกิดจากการได้รับความร้อนจากการอาร์กของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ขณะทำการอาร์กจะเกิดความร้อนสูงทำให้ชิ้นงานเกิดการหลอมละลาย ขณะเดียวกันลวดเชื่อมจะถูกหลอมละลายเติมลงในรอยเชื่อมด้วยฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อม เมื่อฟลักซ์ได้รับความร้อนจะเกิดการลุกไหม้กลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ซึ่งฟลักซ์จะมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้บรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยารวมตัวกับรอยเชื่อม

# สาระการเรียนรู้

01 ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์ก
ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

02 หลักการเชื่อมอาร์ก
ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

03 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

04 รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

05 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์ก
ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

06 การเริ่มต้นอาร์ก

07 เทคนิคการเชื่อมอาร์ก
ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

# สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

# จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกหลักความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
2. อธิบายหลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
3. อธิบายลักษณะการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแต่ละประเภทได้
4. อธิบายรอบทำงานของเครื่องเชื่อมได้
5. จำแนกชนิดเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
6. อธิบายการเริ่มต้นอาร์กได้
7. อธิบายเทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

หลักสำคัญในการปฏิบัติงานเชื่อมประการแรกที่จะต้องคำนึงถึงคือความปลอดภัย เพราะในขณะที่ปฏิบัติงานอาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้ ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจึงต้องให้ความสำคัญและปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายอันนำมาซึ่งความสูญเสียแก่ชีวิตและทรัพย์สินของตนเองและผู้อื่น อันตรายในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่อาจเกิดขึ้น และส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมและผู้ที่อยู่ใกล้เคียงดังนี้

1.1 อันตรายจากกระแสไฟ

1.2 อันตรายจากรังสี

1.3 อันตรายจากควันพิษและสารพิษ

1.4 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.1 อันตรายจากกระแสไฟ

อันตรายจากกระแสไฟที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานเชื่อมที่พบส่วนใหญ่จะเป็นอันตรายจากกระแสไฟฟ้าดูด อันมีสาเหตุจากความเปียกชื้นโดยเฉพาะมือหรือเท้าเปียกน้ำซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายลงดินได้ เมื่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมได้รับกระแสไฟฟ้าเกินกว่า 100 mA จะทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากไฟฟ้าโดยปฏิบัติดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรสวมชุดป้องกันอันตรายที่แห้งไม่เปื้อนน้ำมันหรือเปียกชื้น

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.1 อันตรายจากกระแสไฟ (ต่อ)

2. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรตรวจสอบสายเชื่อมว่าสายเชื่อมชำรุดฉีกขาดหรือไม่ ฉนวนหุ้มอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้หรือไม่

3. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมไม่ควรวางหัวเชื่อมไว้บนโต๊ะปฏิบัติงานเชื่อม ควรวางไว้ในที่ที่มีฉนวนรองรับหรือแขวนไว้

4. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรเปลี่ยนลวดเชื่อมด้วยความระมัดระวัง อย่าให้ลวดเชื่อมสัมผัสกับโต๊ะปฏิบัติงานเชื่อมขณะเปลี่ยนลวดเพราะจะทำให้เกิดการอาร์กขึ้น

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.2 อันตรายจากรังสี

1. **อัลตราไวโอเลตหรือยูวี (Ultraviolet; UV)** เป็นรังสีที่ส่งผลต่อเยื่อตาและแก้วตา ถ้านัยน์ตาได้รับรังสีชนิดนี้ในปริมาณมากจะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนมีสิ่งแปลกปลอมหรือเม็ดทรายเข้าไปอยู่ในตา น้ำตาไหล จะเริ่มแสดงอาการเมื่อได้รับรังสีต่อเนื่องเป็นระยะเวลาประมาณ 5-6 ชั่วโมง ส่วนใหญ่อาการทั้งหมดจะหายไปภายใน 24 ชั่วโมง
2. **อินฟราเรด (Infrared; IR)** เมื่อร่างกายได้รับรังสีชนิดนี้จะไม่แสดงอาการให้เห็นในทันที ซึ่งเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นความร้อน หากนัยน์ตาได้รับรังสีนี้จะทำให้เยื่อตาอักเสบ หากผิวหนังได้รับรังสีชนิดนี้ในปริมาณมากจะทำให้ผิวชั้นหนังกำพร้าลอก และยังอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดต้อกระจก
3. **แสง (Visible Light)** เป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อทำการอาร์กโดยไม่สวมหน้ากากป้องกันแสงจะทำให้เกิดอาการตาพร่ามัวมองไม่เห็นชั่วขณะ ดังนั้นควรป้องกันอันตรายจากรังสีโดยสวมชุดหนังป้องกันและเลือกใช้หน้ากากป้องกันทุกครั้งที่ปฏิบัติงานเชื่อม

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.3 อันตรายจากควันพิษและสารพิษ

ควันพิษและสารพิษจากการอาร์กขณะทำการเชื่อมเกิดจากฟลักซ์หรือสารพอกหุ้มของลวดเชื่อมและสนิมเหล็กที่เมื่อได้รับความร้อนสูงจะเกิดเป็นแก๊สปกคลุมรอยเชื่อม เพื่อป้องกันไม่ให้แก๊สออกซิเจน ($O_2$) และแก๊สไฮโดรเจน (H) ในอากาศแทรกซึมเข้าสู่ชิ้นงานในขณะที่กำลังหลอมเหลว และฟลักซ์บางส่วนที่แตกตัวไม่หมดจะเกิดเป็นแก๊สคาร์บอน-มอนอกไซด์ (CO) ซึ่งเป็นแก๊สพิษทำให้เกิดอันตราย หากสูดดมเข้าไปจะมีอาการมึนงง เนื่องจากร่างกายได้รับแก๊สออกซิเจนไม่เพียงพอ

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรปฏิบัติงานในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก หากมีความจำเป็นต้องปฏิบัติงานในพื้นที่จำกัด เช่น ภายในท่อขนาดใหญ่ ควรมีอุปกรณ์ช่วยดูดควันหรือสวมหน้ากากป้องกันควันพิษและสารพิษต่าง ๆ

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.3 อันตรายจากควันพิษและสารพิษ (ต่อ)

โดยสารพิษที่พบในแก๊สปกคลุมรอยเชื่อมมีหลายชนิดดังนี้

**กรดโครมิก (Chromic Acid)**

- แหล่งที่มา: ลวดเชื่อมเหล็กกล้าสแตนเลสที่ได้รับความร้อนแล้วจะเกิดเป็นควันโครเมียมไตรออกไซด์ (Chromium Trioxide Fume) ซึ่งทำปฏิกิริยากับละอองน้ำในอากาศจะเปลี่ยนเป็นกรดโครมิก
- อาการ: หากเข้าสู่ร่างกายจะเกิดอาการชัก ปอดอักเสบ น้ำท่วมปอด จะมีน้ำลายมาก ทำให้เกิดโรคหลอดลมอักเสบ และจะแสดงอาการคล้ายกับเป็นโรคหอบหืดคือ คอแห้ง ไอ อาเจียน เจ็บที่ปอด และหายใจลำบาก

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.3 อันตรายจากควันพิษและสารพิษ (ต่อ)

โดยสารพิษที่พบในแก๊สปกคลุมรอยเชื่อมมีหลายชนิดดังนี้

**แคดเมียมออกไซด์ (Cadmium Oxide)**

- แหล่งที่มา: โลหะผสมแคดเมียมหรือโลหะที่เคลือบด้วยแคดเมียม
- อาการ: หากสูดควันที่มีแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจะเป็นสาเหตุของวัณโรค แผลอักเสบในปอด โดยมีอาการคอแห้ง ไอ อาเจียน เจ็บที่ปอด และหายใจลำบาก

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.3 อันตรายจากควันพิษและสารพิษ (ต่อ)

โดยสารพิษที่พบในแก๊สปกคลุมรอยเชื่อมมีหลายชนิดดังนี้

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.4 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

### 1. ด้านผู้ปฏิบัติงานเชื่อม

1) ควรใช้หน้ากากเชื่อมที่มีเลนส์กรองแสงขณะทำการเชื่อมทุกครั้ง เพื่อป้องกันรังสีจากการเชื่อมและสะเก็ดโลหะเชื่อม

2) ควรสวมแว่นตานิรภัยทุกครั้งเมื่อทำการเคาะสแลก (Slag) เพื่อป้องกันเศษโลหะกระเด็นเข้าตา และต้องเคาะออกจากตัวด้วยความระมัดระวังไม่ให้กระเด็นโดนผู้อื่น

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.4 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

**1. ด้านผู้ปฏิบัติงานเชื่อม** (ต่อ)

3) เมื่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต้องการลดหรือเพิ่มกระแสไฟฟ้าจะต้องปิดเครื่องเชื่อมก่อนทุกครั้ง

4) เมื่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต้องการเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่ควรใส่ถุงมือเพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด ไม่ควรใช้มือเปล่าจับลวดเชื่อมใส่หัวจับลวดเชื่อม

5) เมื่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต้องการเคลื่อนย้ายชิ้นงานควรใช้คีมจับชิ้นงานร้อนเพื่อเคลื่อนย้ายชิ้นงาน ไม่ควรจับชิ้นงานด้วยมือเปล่าหรือใส่ถุงมือจับชิ้นงานที่เชื่อมเสร็จใหม่ ๆ

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.4 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

### 2. ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อม

1) ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานเชื่อมให้พร้อม เช่น ฉนวนหุ้มสายไฟ จุดต่อของเครื่องเชื่อมและสายดิน

2) ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมไม่ควรนำหัวจับลวดเชื่อมที่ชำรุดมาใช้งาน เพราะจะทำให้เกิดไฟฟ้าดูดและไฟฟ้าลัดวงจร

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.4 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

### 3. ด้านสถานที่ปฏิบัติงานเชื่อม

1) พื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมควรมีครื่องหมายความปลอดภัย (Safety Sign) เช่น ป้ายแสดงเตือนความปลอดภัยภายในโรงงาน

2) พื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมควรทำด้วยคอนกรีต ไม่ควรทำด้วยวัสดุที่ติดไฟง่าย

3) พื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมควรมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก หรือมีท่อดูดอากาศสำหรับดูดควันพิษที่เกิดจากการเชื่อมออกจากบริเวณที่ทำการเชื่อม

พื้นคอนกรีต

ท่อดูดควัน

# 2. หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์หรือการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าเป็นการเชื่อมโลหะให้ติดกันใช้สำหรับประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันหรือเชื่อมซ่อมแซมชิ้นส่วนโลหะที่ชำรุด การเชื่อมมีวิวัฒนาการมาจากการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) ซึ่งให้คุณภาพของรอยเชื่อมไม่ดีและการเชื่อมทำได้ยาก ต่อมาจึงได้มีการนำสารพอกหุ้มหรือฟลักซ์ (Flux) มาหุ้มแกนลวดเชื่อมซึ่งช่วยแก้ไขปัญหาในเรื่องคุณภาพของรอยเชื่อมและทำให้การเชื่อมง่ายขึ้น และได้มีการพัฒนาทั้งลวดเชื่อมและเครื่องเชื่อมมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน แต่วิธีการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ดังกล่าวยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางถึงแม้ว่าจะมีการคิดค้นกระบวนการเชื่อมใหม่ ๆ ขึ้นก็ตาม

2.1 ความหมายของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2.2 ข้อดีและข้อจำกัดของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

# 2. หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

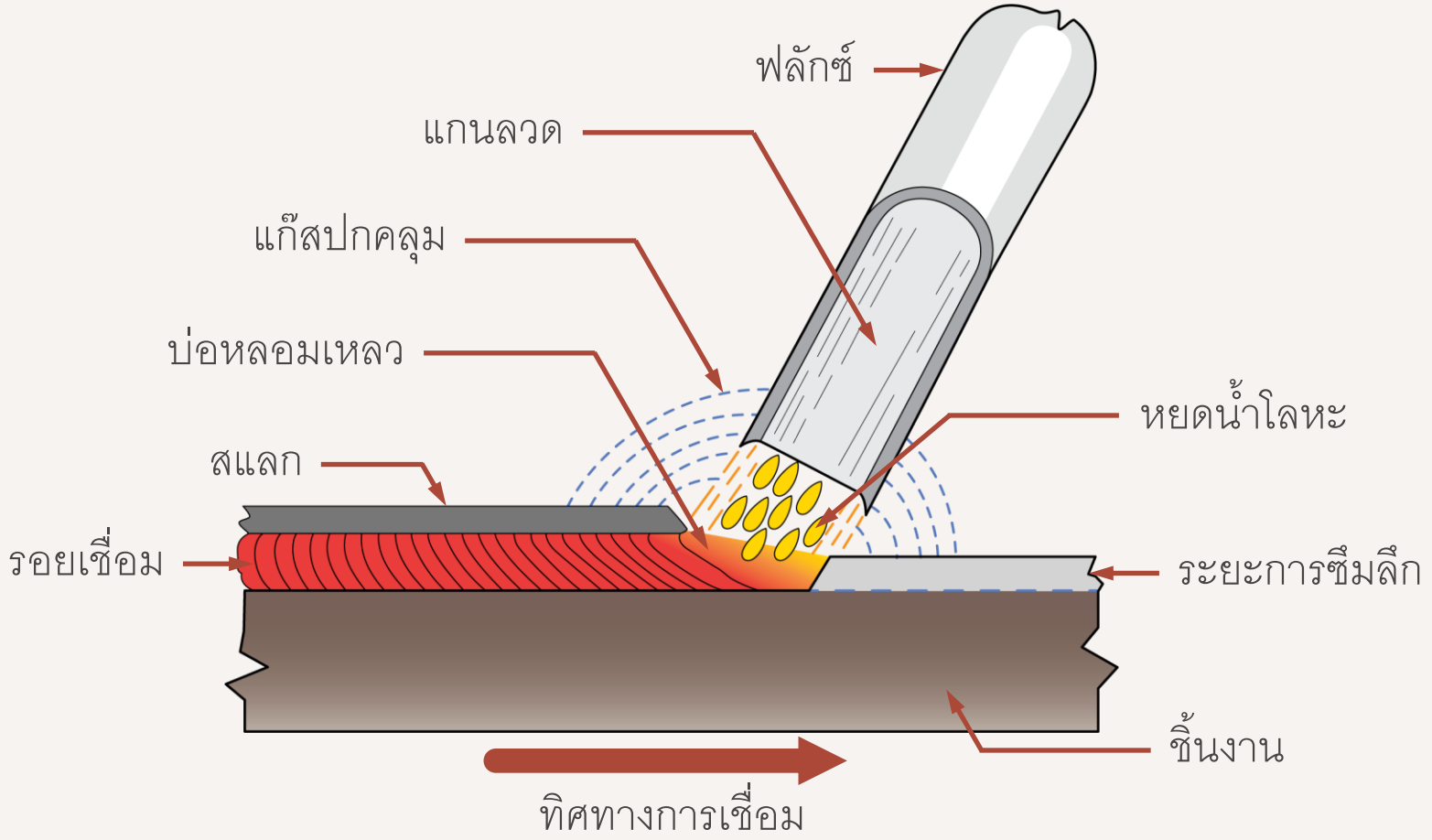
## 2.1 ความหมายของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded Metal Arc Welding; SMAW) หมายถึง กระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กของกระแสไฟฟ้าที่มีกระแสสูงอาร์กระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์กับชิ้นงาน โดยลวดเชื่อมทำหน้าที่เป็นโลหะเติมตามรอยเชื่อม ส่วนฟลักซ์ทำหน้าที่สร้างแก๊สปกคลุมรอยเชื่อมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรวมตัวของอากาศภายนอก และสร้างสแลก (Slag) ปกคลุมรอยเชื่อมขณะหลอมละลายและแข็งตัว

# 2. หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 2.1 ความหมายของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

ลักษณะการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์



# 2. หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 2.2 ข้อดีและข้อจำกัดของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

| ข้อดี |
| --- |
| 1. โครงสร้างของงานไม่ยุ่งยาก<br>2. รอยต่อมีคุณภาพสูง<br>3. ประหยัดวัสดุ<br>4. ลดขั้นตอนการทำงาน<br>5. งานมีคุณภาพสูง คงทน และสวยงาม<br>6. ลดต้นทุนการผลิต<br>7. ลดเสียงดังขณะทำงาน<br>8. สามารถป้องกันการรั่วไหลของแก๊ส น้ำมัน ของเหลว และอากาศได้ดี |

| ข้อจำกัด |
| --- |
| 1. ทำให้สมบัติของงานเชื่อมเปลี่ยนแปลง<br>2. งานบิดตัวและหดตัว<br>3. ทำให้เกิดความดันตกค้างอยู่ในวัสดุงานเชื่อม<br>4. การตรวจสอบคุณภาพของงานเชื่อมทำได้ยาก<br>5. ชิ้นส่วนของงานเชื่อมมีความไวต่อการเกิดความเค้นเฉพาะที่ |

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Welding Machine) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานโดยการผลิตกระแสไฟเชื่อมและแรงเคลื่อนออกมาสำหรับงานเชื่อม ซึ่งจะผลิตกระแสออกมาให้เพียงพอต่อการอาร์กที่จะทำให้เกิดความร้อนและสามารถหลอมละลายชิ้นงานได้

3.1 หน้าที่ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.1 หน้าที่ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

1. ปรับแรงดันไฟฟ้าให้ลดต่ำลงมาจากไฟฟ้าที่ใช้ตามปกติคือ 220 V ให้เป็นแรงดันที่เหมาะสมและเพียงพอสำหรับเริ่มสร้างการอาร์ก โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อม ซึ่งเครื่องเชื่อมโดยทั่วไปจะผลิตแรงดันไฟฟ้าประมาณ 40-80 V

2. ผลิตปริมาณกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอกับการเชื่อม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องเชื่อม เช่น 120 A 150 A 200 A

3. ปรับปริมาณกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับขนาดของลวดเชื่อมและชิ้นงาน

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม

### 1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะการจ่ายพลังงาน

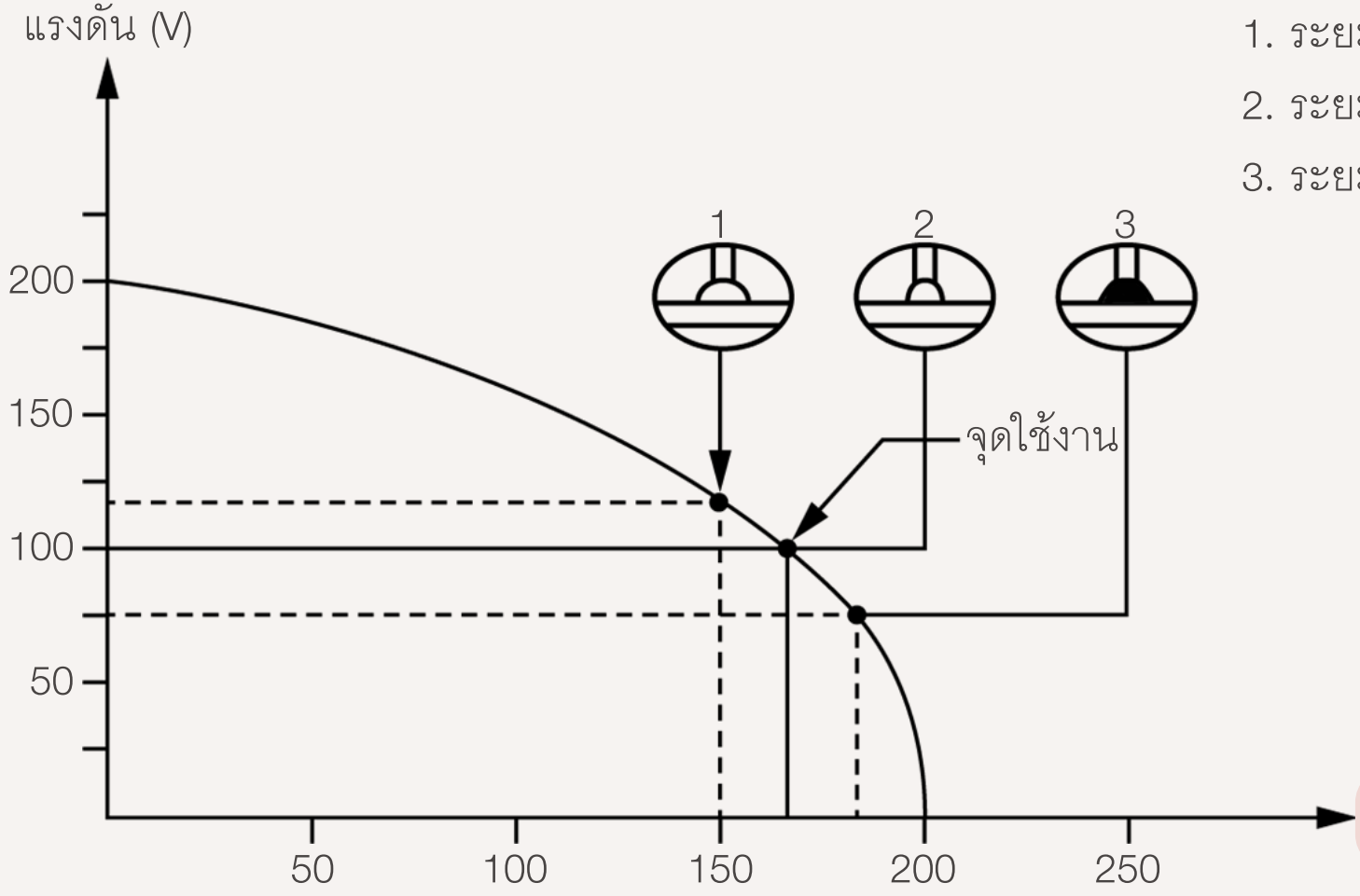
1) เครื่องเชื่อมแบบกระแสไฟฟ้าคงที่ (Constant Current; CC) เป็นเครื่องเชื่อมที่เมื่อจ่ายพลังงานออกมาแล้วนำไปเขียนแผนภาพที่มีความลาดชัน เมื่อวงจรเปิดไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล (0 A) แรงเคลื่อนจะสูง (ประมาณ 75 V) แต่ถ้าเริ่มเชื่อมหรือวงจรปิด ถ้าปรับค่ากระแสไฟให้สูงขึ้นมากเท่าไร ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลงเท่านั้น

เครื่องเชื่อมชนิดนี้หากค่ากระแสไฟเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตาม ซึ่งกระบวนการเชื่อมที่ต้องการการจ่ายพลังงานในลักษณะนี้ ได้แก่ การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) การเชื่อมทิก (TIG) การเชื่อมอาร์กคาร์บอน (CAW) การเชื่อมสลัก (SW) นอกจากนี้การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (SAW) ที่ใช้ลวดเชื่อมขนาดใหญ่ก็จะใช้เครื่องเชื่อมแบบนี้เช่นเดียวกันแต่ต้องใช้เครื่องป้อนลวดชนิดไวต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้า

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

ลักษณะแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมแบบกระแสไฟฟ้าคงที่




1. ระยะอาร์กยาว
2. ระยะอาร์กปกติ
3. ระยะอาร์กสั้น

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

### 1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะการจ่ายพลังงาน (ต่อ)

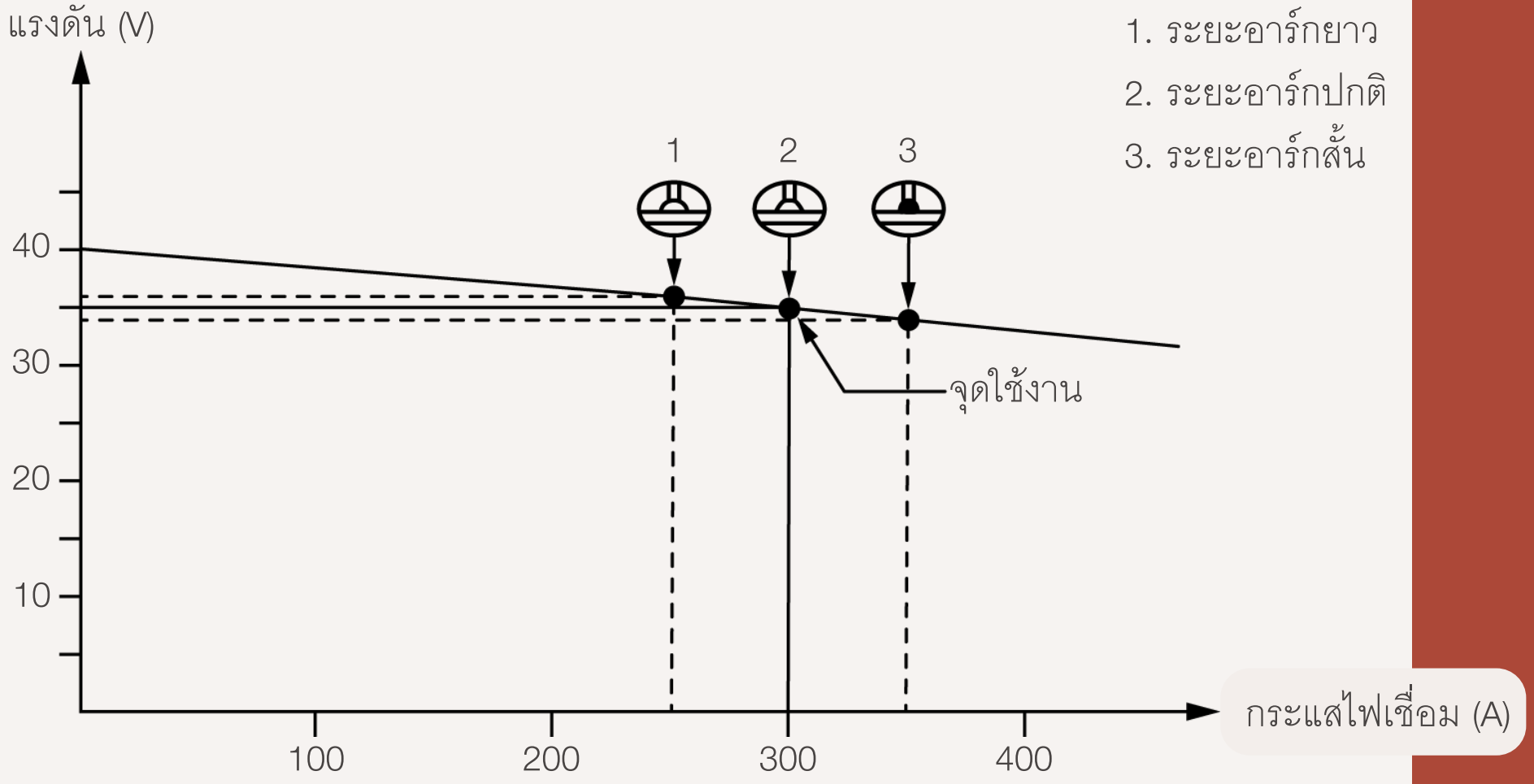
2) เครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ (Constant Voltage; CV) เป็นเครื่องเชื่อมที่เมื่อจ่ายพลังงานออกมาแล้วนำไปเขียนแผนภาพจะแบนเรียบ เมื่อวงจรเปิดไม่มีกระแสไฟฟ้า (0 A) แรงเคลื่อนจะอยู่ที่ประมาณ 30 V และเมื่อเริ่มเชื่อมหรือวงจรปิดก็ยังคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจนกระทั่งปรับค่ากระแสไฟเชื่อมให้สูงมาก ๆ แผนภาพจึงจะลาดเอียงลงเล็กน้อย

เครื่องเชื่อมแบบนี้ถึงแม้ว่าจะปรับค่ากระแสไฟเชื่อมให้เปลี่ยนแปลงไปแรงเคลื่อนก็ไม่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งกระบวนการเชื่อมที่ต้องการการจ่ายพลังงานในลักษณะนี้ ได้แก่ การเชื่อมที่ป้อนลวดเชื่อมแบบอัตโนมัติซึ่งใช้เครื่องป้อนลวดแบบความเร็วคงที่ คือการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) หรือการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (SAW) ที่ใช้ลวดเชื่อมขนาดเล็ก เครื่องเชื่อมแบบนี้มักจะผลิตเฉพาะกระแสตรง (DC) เพียงอย่างเดียว

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

ลักษณะแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่



# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

### 1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะการจ่ายพลังงาน (ต่อ)

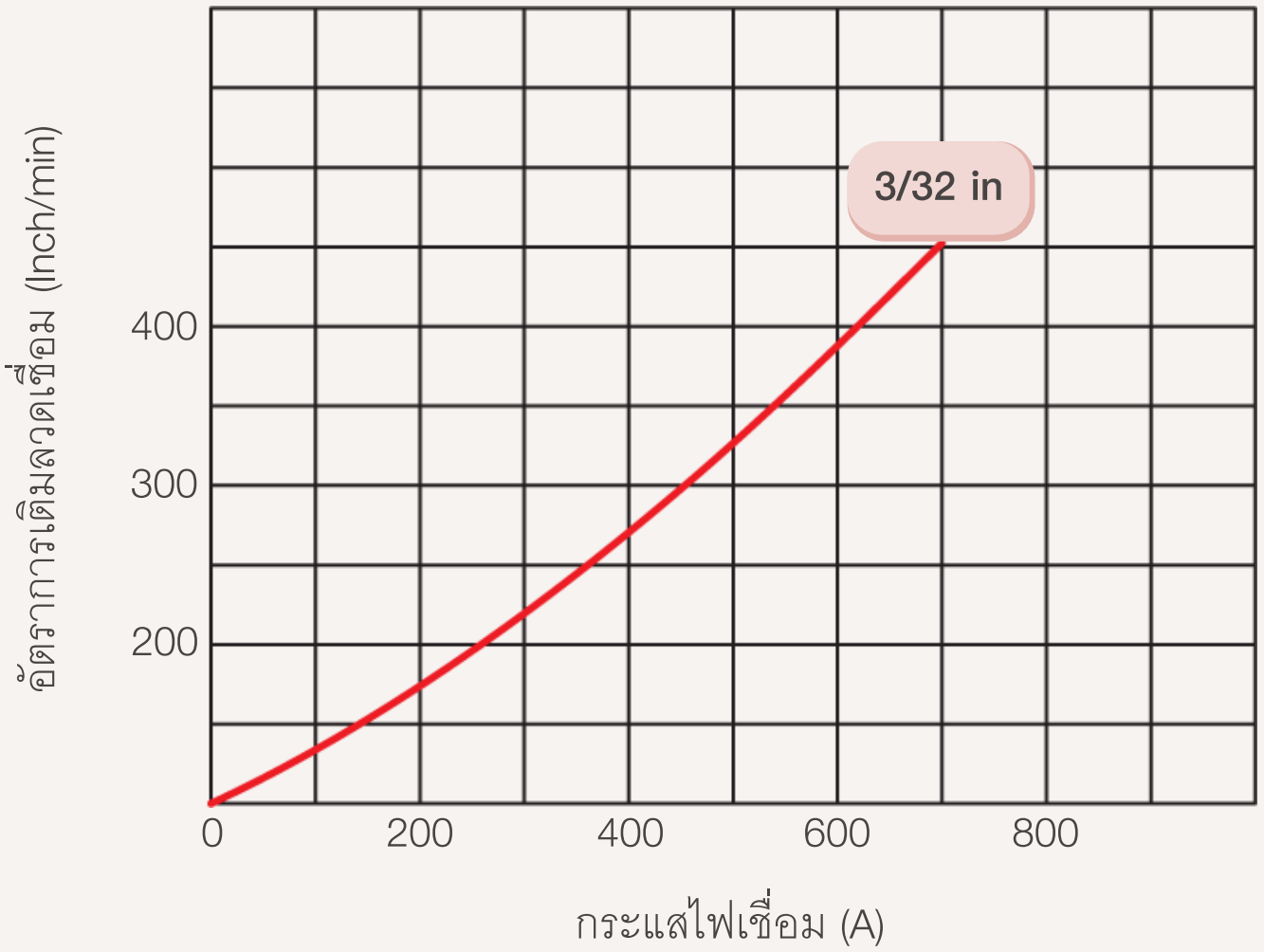
2) เครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ (CV) (ต่อ)

เครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่จะใช้สำหรับผลิตกระแสตรงเท่านั้น ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมจะเป็นชนิดต่อเนื่อง ซึ่งอัตราการหลอมเหลวหรือการเติมของลวดเชื่อมจะมีสัดส่วนสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าที่ใช้ เช่น เมื่อกระแสไฟในการเชื่อมมีปริมาณเพิ่มขึ้นปริมาณการหลอมเหลวของลวดเชื่อมก็จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

ลักษณะความสัมพันธ์ของการหลอมละลายของลวดเชื่อมกับกระแสไฟฟ้า

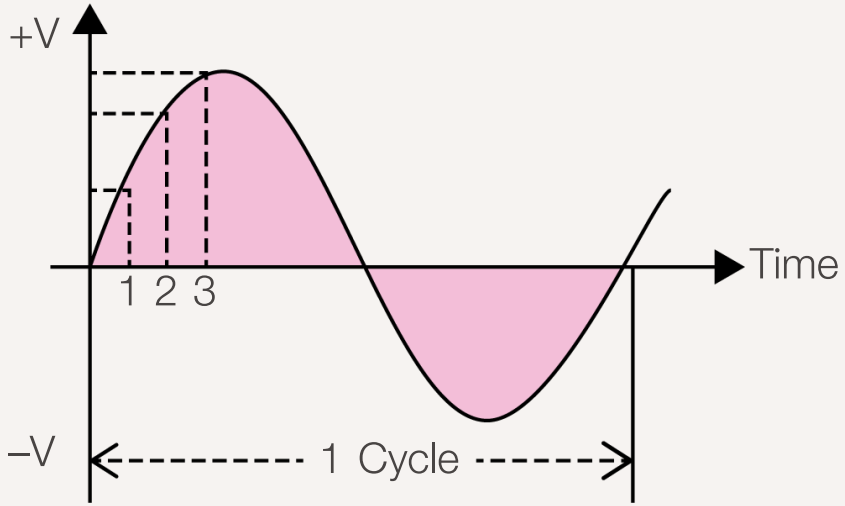


# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

### 2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต

1) เครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับ (Alternating Current; AC) โดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งเป็นไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลหรือการเคลื่อนที่แบบกลับขั้วไป-มาตลอดเวลา การเคลื่อนที่จะมีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ (Sine Wave) คือเริ่มเคลื่อนที่จาก 0 เพิ่มขึ้นทางบวกจนสูงสุด (มีค่าเป็น +) แล้วลดลงถึง 0 จากนั้นจะเริ่มลดลงทางลบจนต่ำสุดแล้วขึ้นจนถึง 0 อีกครั้ง นับเป็น 1 รอบหรือไซเคิล (Cycle) ซึ่งจะไหลเป็นวัฏจักรในลักษณะนี้ตลอดเวลา ในประเทศไทยจะใช้กระแสไฟสลับ 50 ไซเคิล กล่าวคือกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับไป-มาจากบวก (+) เป็นลบ (–) 50 ครั้ง ใน 1 วินาที



# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

### 2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต (ต่อ)

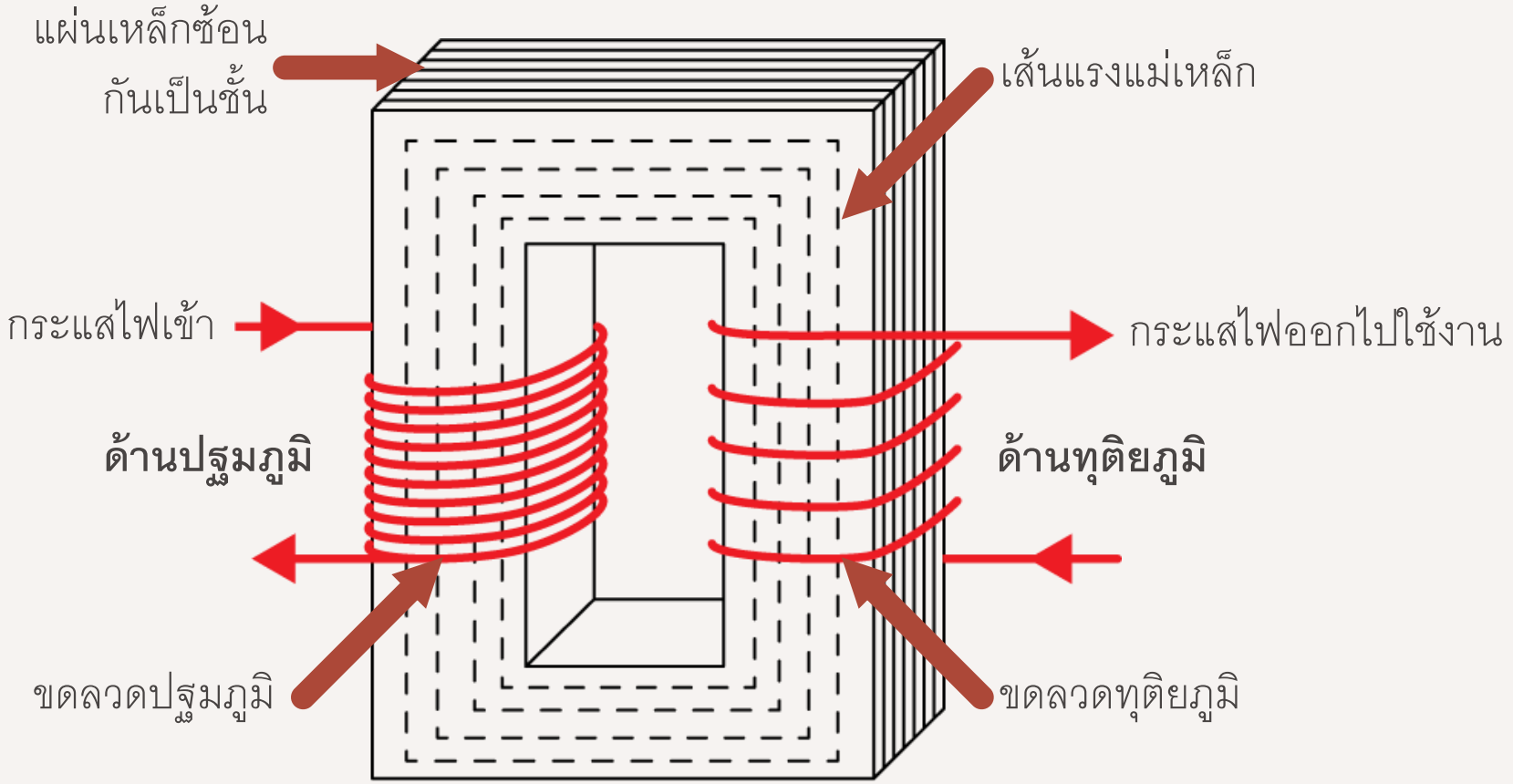
เครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับที่นิยมใช้คือเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า โดยหม้อแปลงไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับจะประกอบด้วย

- ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) มีลักษณะเป็นขดลวดขนาดเล็กพันรอบแกนเหล็กจำนวนมาก ปลายทั้งสองข้างจะต่อเข้ากับกระแสไฟจากภายนอก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนในแกนเหล็ก
- ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) เป็นขดลวดขนาดใหญ่และมีจำนวนรอบที่พันอยู่บนแกนเหล็กน้อยกว่าขดลวดปฐมภูมิ ที่ขดลวดทุติยภูมิจะมีเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำของขดลวดปฐมภูมิไหลผ่านตัดกับขดลวดทุติยภูมิทำให้เกิดความต้านทานต่ำและมีกระแสไฟสูง ซึ่งกระแสไฟที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการเชื่อม

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

โครงสร้างภายใน
เครื่องเชื่อม
แบบหม้อแปลงไฟฟ้า



# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

**2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต** (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) โดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในทิศทางตามยาวของตัวนำในทิศทางเดียวกันคล้ายกับการไหลของน้ำประปาภายในท่อ กระแสไฟจะไหลตรงจากขั้วหนึ่งไปตลอดโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขั้วเครื่องเชื่อมแบบกระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

(1) เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator Welding Machine)

(2) เครื่องเชื่อมแบบเร็กทิไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine)

(3) เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter Welding Machine)

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

**2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต** (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) (ต่อ)

(1) เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator Welding Machine) เป็นเครื่องเชื่อมชนิดที่ใช้ผลิตกระแสไฟเชื่อมแบบกระแสตรงที่มีขนาดใหญ่และมีประสิทธิภาพสูง ข้อดีของเครื่องเชื่อมชนิดนี้ คือสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าไว้ใช้เองได้โดยอาศัยกำลังขับจากเครื่องยนต์ดีเซลหรือแก๊สโซลีน ซึ่งเหมาะสำหรับการปฏิบัติงานภาคสนามที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

- แบบเจนเนอเรเตอร์ขับด้วยมอเตอร์ (Motor Generator)
- แบบเจนเนอเรเตอร์ขับด้วยเครื่องยนต์ (Engine Motor Generator)

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

### 2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) (ต่อ)

(1) เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator Welding Machine) (ต่อ)

- แบบเจนเนอเรเตอร์ขับด้วยมอเตอร์ (Motor Generator) เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้ไฟฟ้าขับเคลื่อนมอเตอร์ โดยใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าขนาด 220 V หรือ 380 V โดยกำลังขับของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับขนาดของเจนเนอเรเตอร์ เช่น เจนเนอเรเตอร์ขนาดผลิตกระแสไฟฟ้า 220 A แรงเคลื่อนไฟฟ้า 20-40 V จะต้องใช้มอเตอร์ที่มีกำลังขับขนาด 10-15 แรงม้า

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

**2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต** (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) (ต่อ)

(1) เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator Welding Machine) (ต่อ)

- แบบเจนเนอเรเตอร์ขับด้วยเครื่องยนต์ (Engine Motor Generator) มีทั้งแบบขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งจะมีหลายขนาด เช่น ชนิดที่มีความเร็วรอบ 1,800 รอบ/นาที หรือกำลังขับ 70 แรงม้า ซึ่งสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงถึง 600 A มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 40-230 V และยังสามารถนำไปใช้งานอย่างอื่นได้อีกด้วย

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

**2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต** (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) (ต่อ)

(2) เครื่องเชื่อมแบบเร็กทิไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine) ประกอบด้วยหม้อแปลงและตัวเรียงกระแส ซึ่งเปลี่ยนจากกระแสสลับ (AC) ให้เป็นกระแสตรง (DC) โดยใช้สารกึ่งตัวนำ เช่น แผ่นซิลิคอน (Si) และซีลีเนียม (Se) ซึ่งจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกเพียงทางเดียวเท่านั้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

- เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative; DCEN)
- เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive; DCEP)

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

### 2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) (ต่อ)

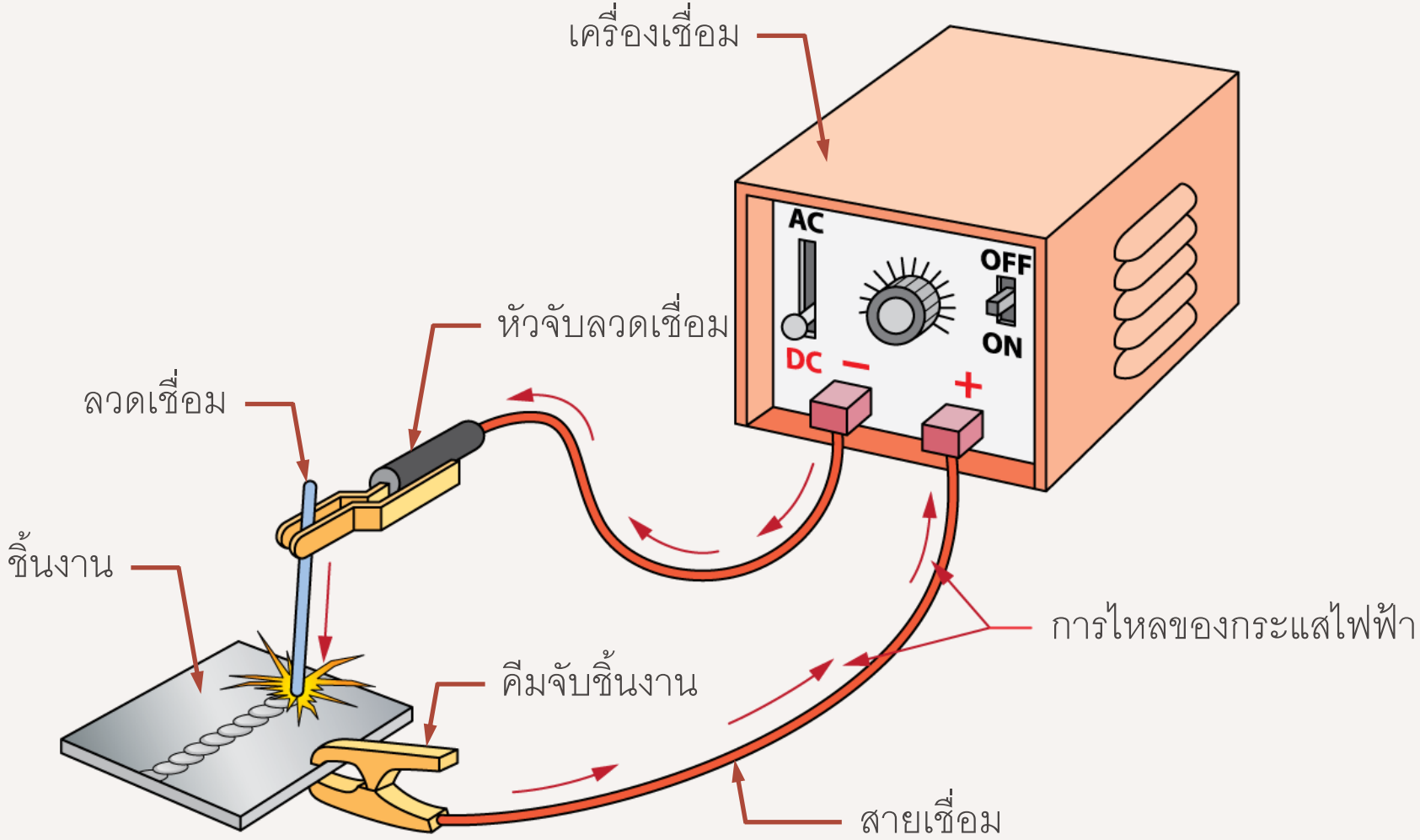
(2) เครื่องเชื่อมแบบเร็กทิไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine) (ต่อ)

- เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วลบ (DCEN) โดยการต่อลวดเชื่อมจะเป็นขั้วลบ ชิ้นงานเป็นขั้วบวก อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วลบของเครื่องเชื่อมไปยังลวดเชื่อม แล้วเคลื่อนต่อไปยังชิ้นงาน (ขณะเชื่อม) และไหลกลับเข้าเครื่องเชื่อมทางขั้วบวก ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการอาร์กด้วยขั้วตรงนี้เนื่องจากอิเล็กตรอนวิ่งผ่านลวดเชื่อมแล้วไปตกที่ชิ้นงานเชื่อม จึงทำให้ความร้อนที่ลวดเชื่อมน้อยกว่าที่ชิ้นงาน คือประมาณ 70% ของความร้อนทั้งหมดอยู่ที่ชิ้นงาน และอีกประมาณ 30% อยู่ที่ลวดเชื่อม ทำให้ชิ้นงานเชื่อมที่ได้มีรอยเชื่อมหลอมละลายลึกแต่ไม่กว้าง ซึ่งเหมาะสำหรับการเชื่อมโลหะหนา ๆ

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

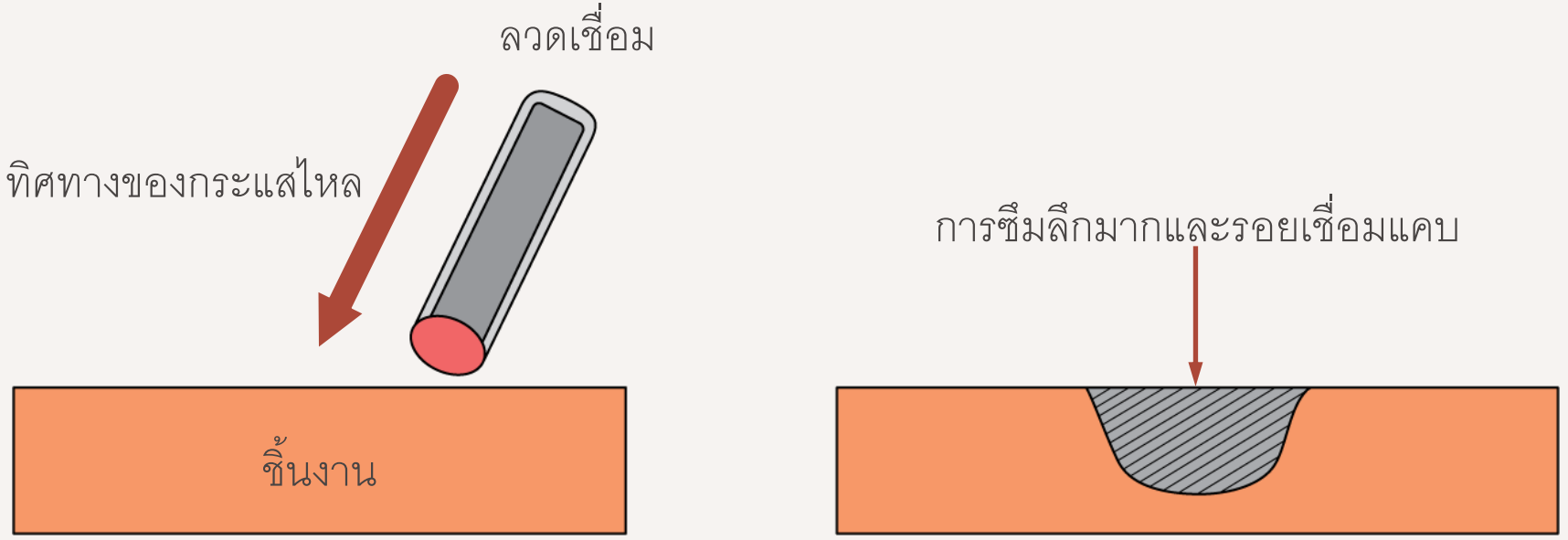
ลักษณะของเครื่องเชื่อม
กระแสตรงลวดเชื่อม
ต่อเป็นขั้วบวก (DCEP)



# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

ลักษณะการไหลของกระแสไฟฟ้าและการซึมลึกของรอยเชื่อมแบบ DCEN



# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

### 2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) (ต่อ)

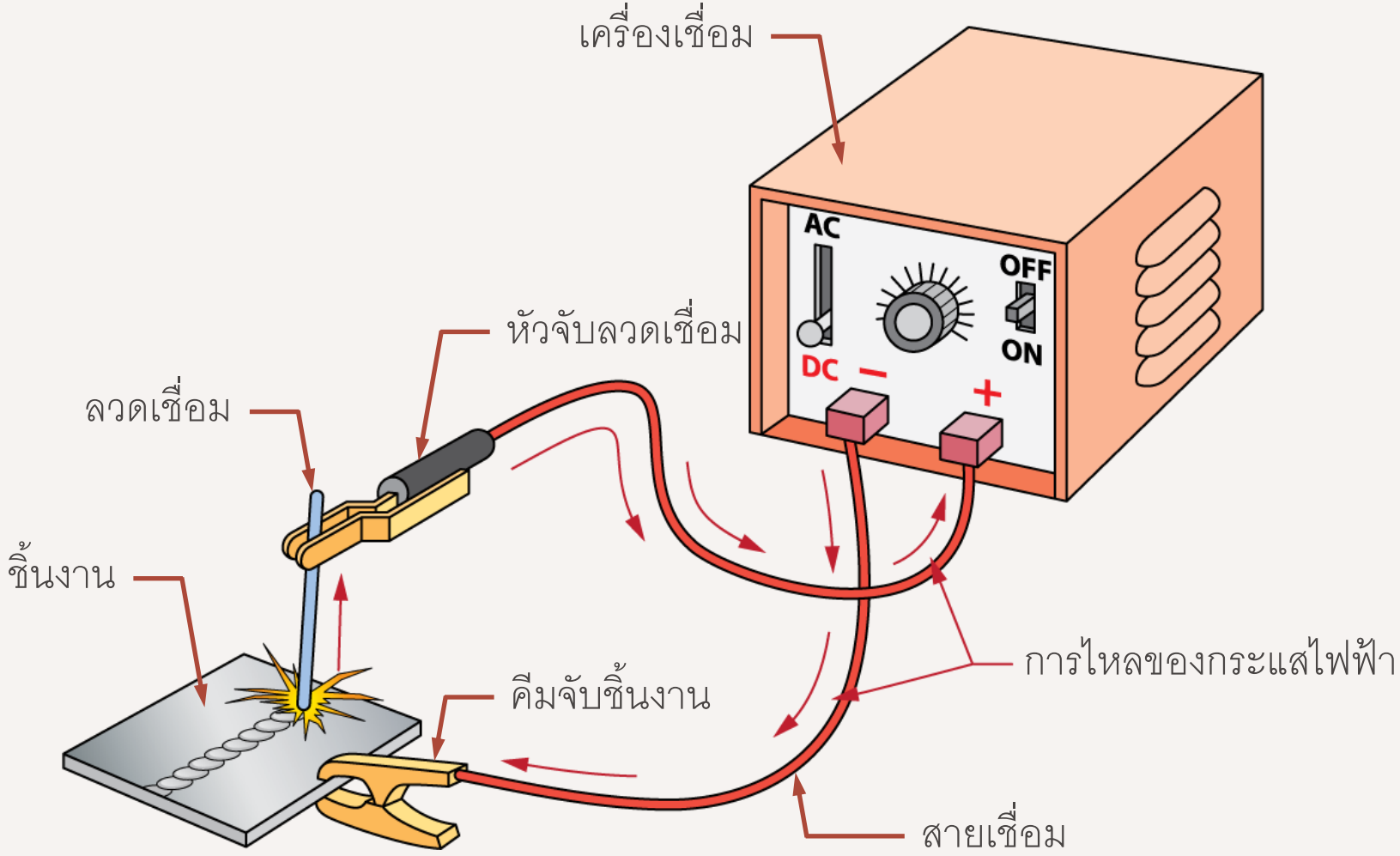
(2) เครื่องเชื่อมแบบเร็กทิไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine) (ต่อ)

- เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วบวก (DCEP) โดยลวดเชื่อมจะเป็นขั้วบวก ชิ้นงานเป็นขั้วลบ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วลบของเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงาน แล้วเคลื่อนต่อไปยังลวดเชื่อม (ขณะเชื่อม) และไหลกลับไปเข้าเครื่องเชื่อมทางขั้วบวก ความร้อนที่เกิดขึ้นสำหรับการอาร์กด้วยขั้วกลับนี้เนื่องจากอิเล็กตรอนวิ่งผ่านชิ้นงานแล้วไปตกที่ลวดเชื่อมมาก จึงทำให้ความร้อนที่ชิ้นงานน้อยกว่าที่ลวดเชื่อม คือประมาณ 70% ของความร้อนทั้งหมดอยู่ที่ลวดเชื่อม และอีกประมาณ 30% อยู่ที่ชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานที่ได้มีรอยเชื่อมหลอมละลายกว้างแต่ซึมลึกน้อย ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมโลหะบาง

# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

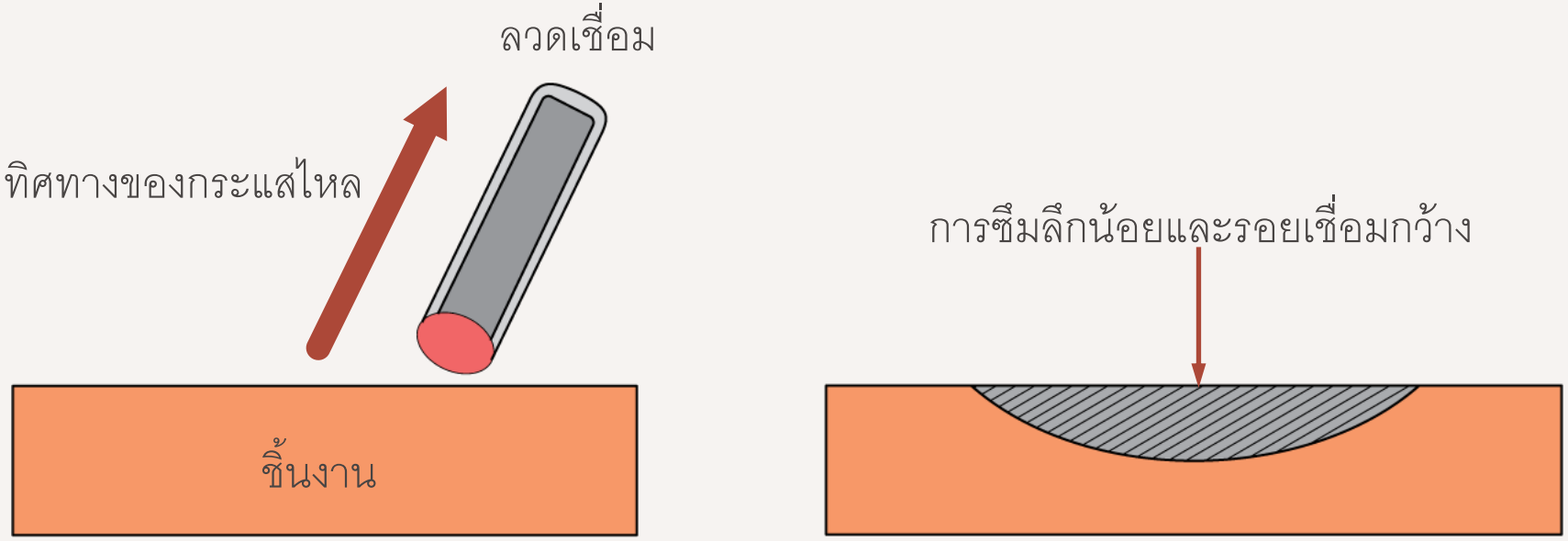
ลักษณะของเครื่องเชื่อม
กระแสตรงลวดเชื่อม
ต่อเป็นขั้วบวก (DCEP)



# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

ลักษณะการไหลของกระแสไฟฟ้าและการซึมลึกของรอยเชื่อมแบบ DCEP



# 3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 ชนิดของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

**2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะต้นกำลังการผลิต** (ต่อ)

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง (Direct Current; DC) (ต่อ)

(3) เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter Welding Machine) เป็นเครื่องเชื่อมที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา เหมาะสำหรับงานที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ มีประสิทธิภาพด้านพลังงานสูงเนื่องจากสูญเสียพลังงานน้อยมากและทำให้การอาร์กสม่ำเสมอ เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์มีหลักการทำงานคือจะแปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและจะเปลี่ยนความถี่จาก 50 Hz ให้อยู่ระหว่าง 2-200 kHz เป็นกระแสสลับที่มีความถี่สูง เมื่อผ่านหม้อแปลงแล้วจึงเรียงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงและทำให้เรียบด้วยเครื่องเชื่อมชนิดนี้มีทั้งชนิดกระแสสลับและกระแสตรง

# 4. รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

## 4.1 ความหมายของรอบทำงานของเครื่องเชื่อม

รอบทำงานของเครื่องเชื่อมหรือดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) หมายถึงความสามารถของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในการอาร์กกับเวลาทั้งหมดได้กำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 min เช่น เครื่องเชื่อมไฟฟ้าขนาด 250 A ที่มีดิวตี้ไซเคิล 60% หมายความว่า เครื่องเชื่อมไฟฟ้าสามารถเชื่อมได้ต่อเนื่อง 6 min และหยุดพัก 4 min โดยใช้กระแสไฟเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้คือ 250 A

# 4. รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

## 4.2 การคำนวณหารอบทำงานของเครื่องเชื่อม

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่เป็นแบบอัตโนมัติโดยทั่วไปจะใช้ดิวตี้ไซเคิล 100 ส่วนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้กับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะใช้ดิวตี้ไซเคิล 60% หากต้องการทราบค่าดิวตี้ไซเคิลของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าสามารถคำานวณหาได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ดิวตี้ไซเคิล} = \frac{\text{กระแสไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องเชื่อม}^2}{\text{กระแสไฟเชื่อมที่ต้องการใช้}^2} \times \text{ดิวตี้ไซเคิลที่กำหนด}$$

# 4. รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

## 4.2 การคำนวณหารอบทำงานของเครื่องเชื่อม (ต่อ)

**ตัวอย่าง** เครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีดิวตี้ไซเคิล 60% ที่กระแสไฟ 250 แอมแปร์ (Duty Cycle) หมายถึง เครื่องเชื่อมไฟฟ้าสามารถเชื่อมได้ต่อเนื่อง 6 นาที และหยุดพัก 4 นาที โดยใช้กระแสไฟเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้ 250 แอมแปร์ จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ดิวตี้ไซเคิลของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เมื่อต้องการใช้กระแสไฟเชื่อม 300 แอมแปร์

**วิธีทำ**

$$\text{เปอร์เซ็นต์ดิวตี้ไซเคิล} = \frac{\text{กระแสไฟฟ้าที่กำหนดของเครื่องเชื่อม}^2}{\text{กระแสไฟเชื่อมที่ต้องการใช้}^2} \times \text{ดิวตี้ไซเคิลที่กำหนด}$$

$$= \frac{250^2}{300^2} \times 60$$

$$= 41.66\% \approx 42\%$$

**ดังนั้น** เมื่อต้องการใช้กระแสไฟเชื่อม 300 แอมแปร์ ดิวตี้ไซเคิลจะเท่ากับ 42 เปอร์เซ็นต์ ตอบ

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.1 สายเชื่อมหรือสายเคเบิล (Welding Cable)

1. **ลักษณะของสายเชื่อมหรือสายเคเบิล** จะเป็นสายไฟซึ่งทำหน้าที่นำกระแสจากเครื่องเชื่อมไปยังหัวจับลวดเชื่อมและผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน และนำกระแสจากชิ้นงานกลับไปยังเครื่องเชื่อม สายที่นำกระแสจากเครื่องเชื่อมผ่านหัวจับลวดเชื่อมและลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน เรียกว่า สายเชื่อม ส่วนสายที่นำกระแสจากชิ้นงานกลับไปยังเครื่องเชื่อม เรียกว่า สายดิน (Ground Cable) สายเชื่อมและสายดินเป็นสายไฟขนาดใหญ่ ทำด้วยลวดทองแดงหรืออะลูมิเนียมเส้นเล็ก ๆ จำนวนมากพันรวมกัน แล้วหุ้มด้วยฉนวนอย่างดีเป็นชั้น ๆ เริ่มจากหุ้มด้วยกระดาษแล้วหุ้มทับด้วยตาข่ายผ้าเสริมแรง และชั้นสุดท้ายเป็นยางฉนวน

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.1 สายเชื่อมหรือสายเคเบิล (Welding Cable) (ต่อ)

2. **การเลือกใช้สายเชื่อม** ตามมาตรฐาน American Wire Gauge; AWG มีดังนี้

| ปริมาณกระแสเชื่อม (A) | ดิวตี้ไซเคิล (%) | ความยาวรวมของลวดเชื่อมและสายเชื่อม (ft) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0-50 | 51-100 | 101-150 | 151-200 |
| 100 | 20 | 8 | 4 | 3 | 2 |
| 180 | 20 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 200 | 50 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 250 | 30 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 300 | 60 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 2/0 |
| 400 | 60 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 3/0 |
| 500 | 60 | 2/0 | 2/0 | 2/0 | 3/0 |
| 600 | 60 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | 4/0 |
| 650 | 60 | 3/0 | 3/0 | 3/0 | - |

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.2 หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

1. **ลักษณะของหัวจับลวดเชื่อม** จะเป็นอุปกรณ์สำหรับจับลวดเชื่อมซึ่งเป็นด้ามมือถือต่อจากสายเชื่อม และเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ชิ้นงานและลวดเชื่อม หัวจับลวดเชื่อมทำด้วยทองแดงและบางส่วนของปากคีบทำด้วยทองเหลืองเพราะเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีหัวจับลวดเชื่อมมีหลายขนาดและมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต ดังนั้นการเลือกใช้ขนาดของหัวเชื่อมขึ้นอยู่กับกระแสสูงสุดของเครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อม

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.2 หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) (ต่อ)

2. **การเลือกใช้หัวจับลวดเชื่อม** ควรพิจารณาองค์ประกอบของหัวจับลวดเชื่อมดังนี้

1) จะต้องไม่หนักจนเกินไป เพื่อลดความเมื่อยล้าขณะที่เชื่อม

2) จะต้องไม่ร้อนเร็วเกินไป

3) มีรูปร่างและสัดส่วนพอเหมาะในการจับ

4) สะดวกและง่ายต่อการใส่และการถอดลวดเชื่อม และจับยึดได้อย่างมั่นคง

5) จะต้องมีฉนวนหุ้มส่วนที่เป็นโลหะอย่างมิดชิด ซึ่งทำจากวัสดุกันความร้อนสูง

6) จะต้องทำจากโลหะที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าและความร้อนที่ดี

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.3 คีมจับสายดิน (Ground Clamp)

เป็นคีมจับที่ต่อเข้ากับสายเชื่อม ซึ่งต่อจากเครื่องเชื่อมมายังชิ้นงาน คีมจับสายดินจะจับเข้ากับชิ้นงานที่จะเชื่อม ทำให้วงจรเชื่อมครบวงจร ทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี เช่น ทองแดง คีมจับสายดินที่ดีต้องจับยึดชิ้นงานได้แน่น ถ้าจับยึดไม่แน่นทำให้เกิดความต้านทานขึ้นทำให้สายเชื่อมเกิดความร้อน กระแสไฟไหลไม่สะดวกทำให้การอาร์กไม่สมบูรณ์ส่งผลให้รอยเชื่อมไม่ได้คุณภาพ

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.4 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet)

1. **ลักษณะของหน้ากากเชื่อม** จะเป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันใบหน้า นัยน์ตา และศีรษะ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในงานเชื่อมไฟฟ้าเพื่อป้องกันบริเวณใบหน้าโดยเฉพาะนัยน์ตา จากรังสีอัลตราไวโอเลตและอินฟราเรด ตลอดจนความร้อนและสะเก็ดโลหะร้อน ๆ ที่เกิดจากการเชื่อม อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมสามารถมองเห็นบ่อหลอมเหลว ในขณะทำการเชื่อมได้ดีขึ้น หน้ากากเชื่อมทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนทนความร้อนได้ดี เช่น ทำด้วยไฟเบอร์กลาสส์ (Fiberglass) กระดาษอัดทนไฟหรือพลาสติกทนไฟ ทั้งนี้ วัสดุที่ใช้ทำหน้ากากเชื่อมควรเป็นสีดำเพื่อลดการสะท้อนแสงให้น้อยลง

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.4 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet) (ต่อ)

2. **ชนิดของหน้ากากเชื่อม** โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1) หน้ากากเชื่อมแบบมือถือ (Hand Shield) ในการใช้งานจะต้องใช้มือถือหน้ากากข้างหนึ่งและมืออีกข้างหนึ่งก็จับหัวจับลวดเชื่อม นิยมใช้สำหรับการใช้งานบนพื้นราบและการเตรียมงานหรือการเชื่อมในระยะเวลาสั้น ๆ

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.4 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet) (ต่อ)

### 2. ชนิดของหน้ากากเชื่อม (ต่อ)

2) หน้ากากเชื่อมแบบสวมหัว (Head Shield) โครงสร้างของหน้ากากเชื่อมจะทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและทนความร้อนสูง และจะต้องมีสายสำหรับยึดหน้ากากเชื่อมกับหมวกนิรภัยไว้ด้วย และเมื่อสวมหัวแล้วด้านหน้าของหน้ากากเชื่อมจะสามารถเปิด-ปิดได้ หน้ากากเชื่อมแบบสวมหัวนี้สามารถควบคุมการเชื่อมได้อย่างมั่นคงและเหมาะสำหรับการทำงานในที่สูง ซึ่งจะต้องใช้มือที่ว่างเพื่อช่วยในการยึดเกาะ

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.4 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet) (ต่อ)

### 2. ชนิดของหน้ากากเชื่อม (ต่อ)

หน้ากากเชื่อมทั้ง 2 แบบ มีลักษณะเหมือนกันคือแผ่นที่อยู่ข้างหน้าจะเป็นกระจกใสธรรมดาเพื่อป้องกันการกระเด็นของเม็ดโลหะ (Spatter) ที่หลอมเหลวขณะเชื่อมไปโดนกระจกกรองแสง ส่วนเลนส์หรือกระจกกรองแสงจะช่วยลดความเข้มของแสงและรังสี รวมถึงป้องกันรังสีต่าง ๆ เช่น อัลตราไวโอเลต อินฟราเรด ดังนั้นในการเลือกใช้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ซึ่งความเข้มของกระจกกรองแสงจะกำหนดระดับโดยใช้ตัวเลข (Number)

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.4 หน้ากากเชื่อม (ต่อ)

ความเข้มของกระจกกรองแสงที่เหมาะสมกับลักษณะงานเชื่อมและกระแสไฟที่ใช้ตามมาตรฐาน **ANSI Z49.1:2012**

| กระบวนการเชื่อม | กระแสไฟที่ใช้ (A) | เบอร์กระจกกรองแสง |
|---|---|---|
| การเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) | น้อยกว่า 60 | - |
| | 60-160 | 10 |
| | 160-250 | 12 |
| | 250-550 | 14 |
| การเชื่อมมิก (MIG) และการเชื่อมอาร์กไส้ฟลักซ์ (FCAW) | น้อยกว่า 60 | 11 |
| | 60-160 | 12 |
| | 160-250 | 14 |
| | 250-550 | 10 |
| การเชื่อมทิก (TIG) | น้อยกว่า 50 | 10 |
| | 50-150 | 12 |
| | 150-500 | 14 |

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.5 คีมจับชิ้นงานร้อน (Pliers)

มีลักษณะเหมือนคีมทั่วไป แต่มีด้ามยาวกว่าสำหรับป้องกันความร้อนขณะใช้จับและถือชิ้นงานร้อนหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่ร้อนหลังจากเชื่อมชิ้นงานเสร็จหรือใช้จับชิ้นงานขณะทำความสะอาด โดยสามารถยึดจับชิ้นงานได้แน่นและมั่นคง

## 5.6 ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)

ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน ชุบแข็งที่ปลายทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ปลายด้านหนึ่งมีลักษณะแบนคล้ายสกัด เหมาะสำหรับเคาะสแลกและเม็ดโลหะออกจากรอยเชื่อม ส่วนอีกด้านหนึ่งมีลักษณะแหลมใช้สำหรับเคาะสแลกที่ฝังอยู่ในรอยเชื่อม

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.7 แปรงลวด (Wire Brush)

จะมีขนแปรงทำด้วยเหล็กแข็งที่เป็นสปริง ซึ่งเมื่อใช้งานแล้วขนแปรงจะได้ไม่หักงอหรือเสียรูป โดยจะใช้ในการทำความสะอาดชิ้นงานก่อนหรือหลังเชื่อม เช่น ขัดสนิม เศษของสแลกขนาดเล็กที่ตกค้างอยู่

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.8 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม (Protective Equipment)

เนื่องจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะมีเม็ดโลหะกระเด็นอยู่ตลอดเวลา เสื้อผ้าธรรมดาไม่สามารถป้องกันเม็ดโลหะเหล่านี้ได้ จำเป็นต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อมที่ทำจากผ้าฝ้ายและหนังสัตว์ดังนี้

1. **ถุงมือหนัง (Gloves)** ก่อนทำการเชื่อมทุกครั้งผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต้องสวมถุงมือหนังเพื่อป้องกันมือจากความร้อน สะเก็ดโลหะเชื่อม และอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเลตขณะเชื่อม ถุงมือหนังสำหรับงานเชื่อมมีหลายชนิดจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะงาน โดยถุงมือหนังที่ดีควรมีความยืดหยุ่น อ่อนนุ่ม และไม่บางเกินไปเพราะอาจถูกไฟไหม้เป็นรูได้ง่าย

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 5.8 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม (Protective Equipment) (ต่อ)

2. **เสื้อหนัง (Leather Coat) และปลอกแขน (Sleeves)** เป็นอุปกรณ์ป้องกันร่างกายที่ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจำเป็นต้องใช้สวมทับเสื้อผ้า เพื่อป้องกันเสื้อผ้าจากลูกไฟที่พุ่งออกมาจากการอาร์กตลอดเวลาขณะทำการเชื่อม รวมทั้งสะเก็ดเชื่อมที่กระเด็นออกมา ปลอกแขนหนังก็เช่นเดียวกันจะใช้ป้องกันบริเวณแขนของผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจากความร้อนและลูกไฟหรือสะเก็ดเชื่อม
3. **รองเท้านิรภัย (Safety Toe Boots)** ใช้สำหรับป้องกันความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นตกใส่เท้าและป้องกันชิ้นงานตกใส่เท้าโดยตรง

# 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

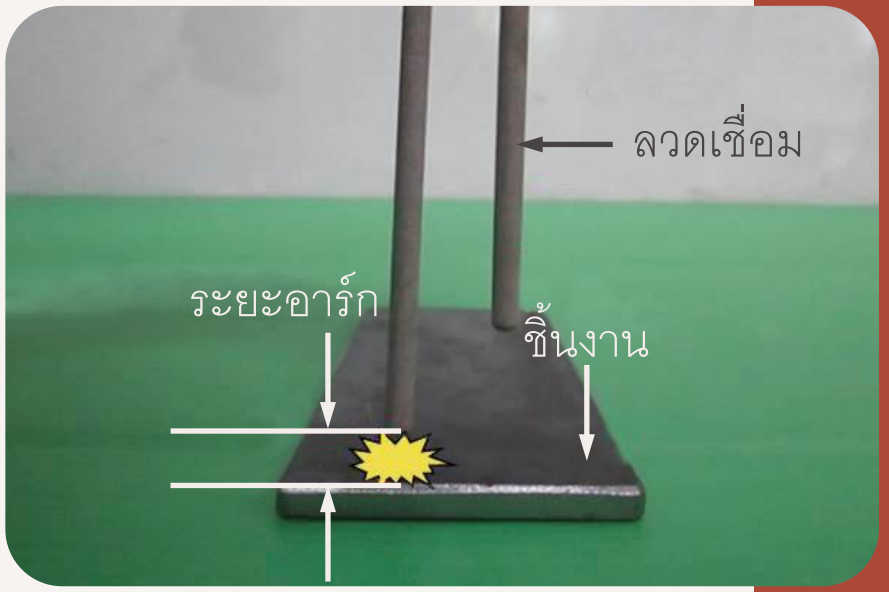
## 5.8 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม (Protective Equipment) (ต่อ)

ลักษณะของการสวมชุดป้องกันอันตรายจากงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

# 6. การเริ่มต้นอาร์ก

## 6.1 วิธีขีดหรือเขี่ย (Scratch Method)

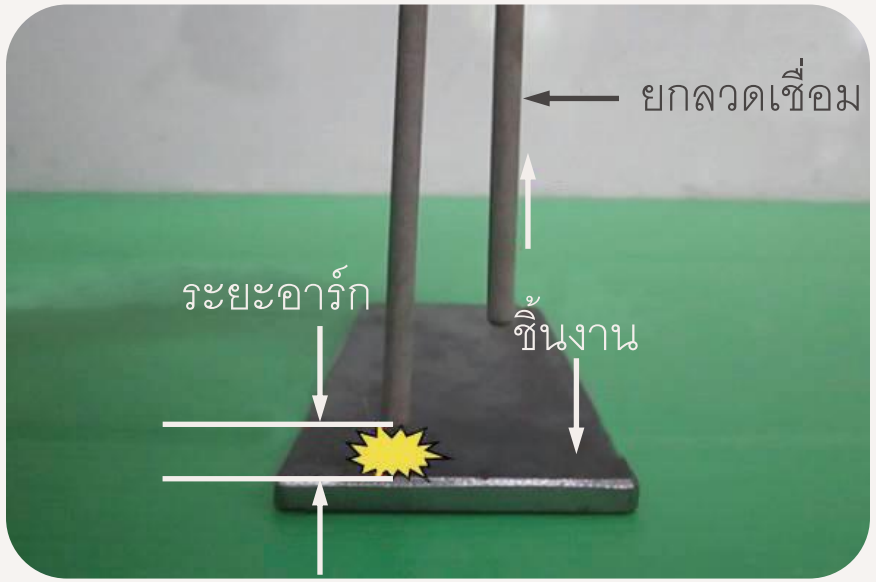
เป็นวิธีเริ่มต้นการอาร์กซึ่งเหมาะสำหรับผู้ฝึกหัดเชื่อม โดยการใช้ปลายลวดเชื่อมขีดหรือเขี่ยลงบนผิวหน้าแผ่นชิ้นงาน เมื่อเกิดการอาร์กให้ยกขึ้นแล้วค่อย ๆ จ่อปลายลวดเชื่อมลงบนจุดที่ต้องการเริ่มต้นเชื่อม โดยให้ระยะอาร์ก (Arc Length) คือระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับผิวหน้าชิ้นงานถูกต้อง โดยมากจะเท่ากับความโตของลวดเชื่อมที่ใช้ จากนั้นเคลื่อนลวดเชื่อมไปเรื่อย ๆ จนเป็นรอยเชื่อม สำหรับผู้ฝึกหัดเชื่อมใหม่ ๆ ต้องฝึกอาร์กหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้ขนาดน้ำหนักมือที่เบา มีความเคยชิน และเกิดความชำนาญจนสามารถเชื่อมเป็นแนวได้ ปลายลวดเชื่อมจะต้องไม่ติดชิ้นงานและมีการอาร์กตลอดเวลา ไม่ดับบ่อย



# 6. การเริ่มต้นอาร์ก

## 6.2 วิธีเคาะหรือแตะ (Tapping Method)

เป็นการเริ่มต้นอาร์กที่เหมาะสำหรับผู้ที่เชื่อมเดินแนวหรือผู้ปฏิบัติงานเชื่อมทั่วไป ที่เชื่อมได้ดีแล้ว โดยการจ่อปลายลวดเชื่อมลงบนผิวหน้าชิ้นงานในแนวดิ่ง ใช้วิธีเคาะหรือเตะเบา ๆ แล้วยกขึ้น โดยควบคุมระยะอาร์กให้เหมาะสมและถูกต้องโดยที่การอาร์กยังไม่หยุด แล้วเดินลวดเชื่อมต่อไปจนสุดรอยเชื่อม



# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ต้องอาศัยเทคนิคต่าง ๆ ในการเชื่อมงานให้ถูกต้องตามหลักการเชื่อม เพื่อให้รอยเชื่อมมีคุณภาพ ได้รอยเชื่อมสมบูรณ์ และมีการซึมลึกที่ดีดังนี้

7.1 เทคนิคการเริ่มต้นอาร์ก

7.2 เทคนิคการส่ายลวดเชื่อม

7.3 เทคนิคการเชื่อมต่อรอยเชื่อม

7.4 เทคนิคการถอนลวดเชื่อม

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 7.1 เทคนิคการเริ่มต้นอาร์ก

ในการเชื่อมจะต้องเริ่มฝึกหัดจากการเริ่มต้นอาร์ก โดยการเริ่มต้นอาร์กคือการทำให้เกิดการอาร์กขึ้นเมื่อปลายลวดเชื่อมสัมผัสกับโลหะงานอย่างรวดเร็ว การอาร์กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะอาร์กถูกต้อง ระยะอาร์กโดยทั่วไปมีขนาดประมาณ 2-3 mm สำหรับผู้เริ่มฝึกเชื่อมมักจะพบปัญหาลวดเชื่อมติดกับชิ้นงานบ่อย ๆ หากปล่อยให้ลวดเชื่อมติดกับชิ้นงานนาน ๆ จะทำให้ลวดเชื่อมร้อนแดง ฟลักซ์จะไหม้และเปลี่ยนเป็นสีเข้ม ส่งผลให้เครื่องเชื่อมทำงานเกินกำลังและอาจเสียหายได้ ให้ทำการแก้ไขด้วยการโยกลวดเชื่อมเพื่อให้ลวดเชื่อมหลุดออกจากชิ้นงาน ถ้าลวดเชื่อมติดแน่นเกินไปไม่สามารถโยกให้หลุดได้ให้ปล่อยลวดเชื่อมออกจากหัวจับลวดเชื่อมแล้วปิดเครื่องเชื่อมจากนั้นใช้คีมจับลวดเชื่อมแล้วบิดออก เมื่อเริ่มต้นอาร์กและควบคุมระยะอาร์กให้ได้มุมนำคือให้ลวดเชื่อมทำมุมกับชิ้นงานประมาณ 75°-85°

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 7.1 เทคนิคการเริ่มต้นอาร์ก (ต่อ)

การเริ่มต้นอาร์กที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมี 2 วิธี ดังนี้

1. **การอาร์กแบบขีดหรือเขี่ย (Scratch Method)** เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับผู้ที่เริ่มต้นเชื่อม เพราะสามารถทำให้เกิดการอาร์กได้ง่าย การขีดหรือการเขี่ยควรเอียงลวดเชื่อมเล็กน้อยแล้วขีดหรือเขี่ยให้เกิดการอาร์กขึ้น หลังจากเกิดการอาร์กขึ้นแล้วจึงยกปลายลวดเชื่อมให้สูงขึ้นจนได้ระยะอาร์กตามต้องการ
2. **การอาร์กแบบเคาะหรือแตะ (Tapping Method)** เป็นวิธีที่เหมาะกับผู้ปฏิบัติงานเชื่อมที่มีความชำนาญแล้ว เริ่มต้นอาร์กโดยเคาะปลายลวดเชื่อมให้สัมผัสกับชิ้นงานก่อน เมื่อเกิดการอาร์กก็สามารถทำาการเชื่อมได้ โดยควบคุมระยะอาร์กให้เหมาะสม

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 7.2 เทคนิคการส่ายลวดเชื่อม

การส่ายลวดเชื่อมในขณะเชื่อมเป็นเทคนิคที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการเชื่อมอาร์ก ผู้เริ่มต้นฝึกต้องระลึกไว้เสมอว่าการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในการเชื่อม เช่น การส่ายลวดเชื่อม การเปลี่ยนมุมการเชื่อม หรือการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์ก องค์ประกอบเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อคุณภาพของรอยเชื่อม

ในการเชื่อมแต่ละครั้งจะมีความต้องการของลักษณะงานที่แตกต่างกันออกไป บางครั้งต้องการรอยเชื่อมที่มีขนาดกว้างซึ่งการเชื่อมเพื่อให้รอยเชื่อมมีขนาดกว้าง ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องทำให้ลวดเชื่อมมีการเคลื่อนไหวหรือเรียกว่า การส่ายลวดเชื่อม ไปตามรอยเชื่อม เทคนิคการส่ายลวดเชื่อมเป็นรูปร่างต่าง ๆ โดยแบ่งตามความเหมาะสมของท่าเชื่อม

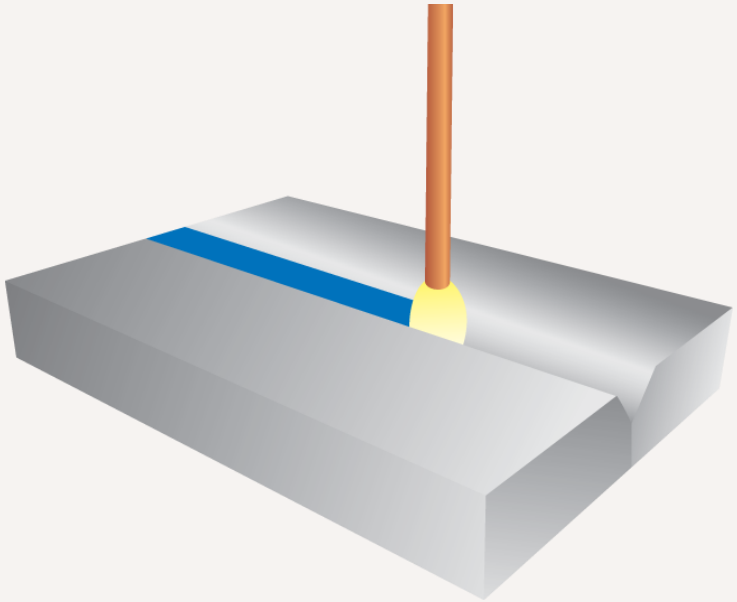
การส่ายลวดเชื่อมในบางกรณีจะทำเพื่อให้รอยเชื่อมเป็นเกล็ดเพื่อความสวยงามเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงประโยชน์ด้านอื่น ๆ การเลือกรูปร่างหรือแบบการส่ายลวดเชื่อมจะต้องพิจารณาชนิดของรอยต่อ ขนาดรอยเชื่อม และตำแหน่งท่าเชื่อมด้วย

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

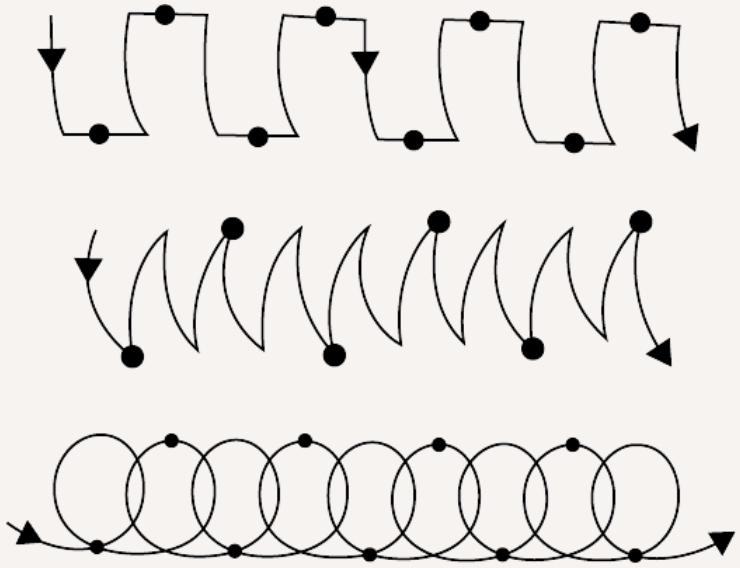
## 7.2 เทคนิคการส่ายลวดเชื่อม (ต่อ)

เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าที่เหมาะสมกับท่าเชื่อม

**ท่าราบ (Flat Position)**



ลักษณะชิ้นงาน



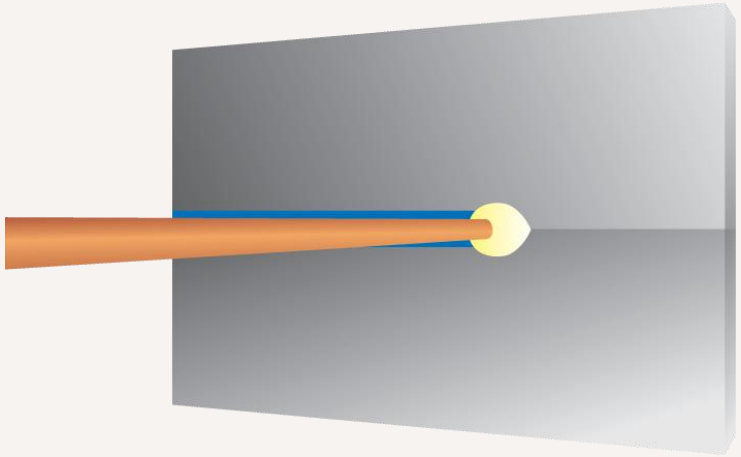
วิธีการเดินแนวและการส่ายลวดเชื่อม

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

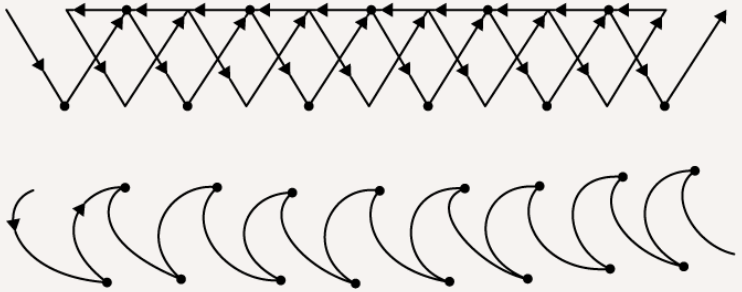
## 7.2 เทคนิคการส่ายลวดเชื่อม (ต่อ)

เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าที่เหมาะสมกับท่าเชื่อม

ท่าระดับ (Horizontal Position)



ลักษณะชิ้นงาน



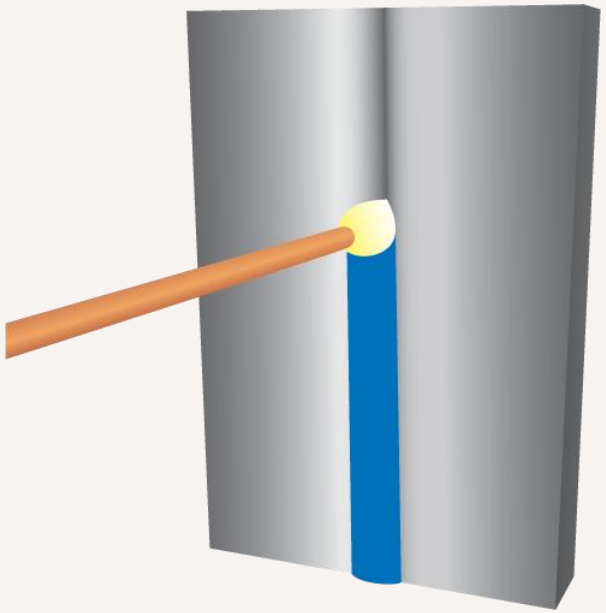
วิธีการเดินแนวและการส่ายลวดเชื่อม

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

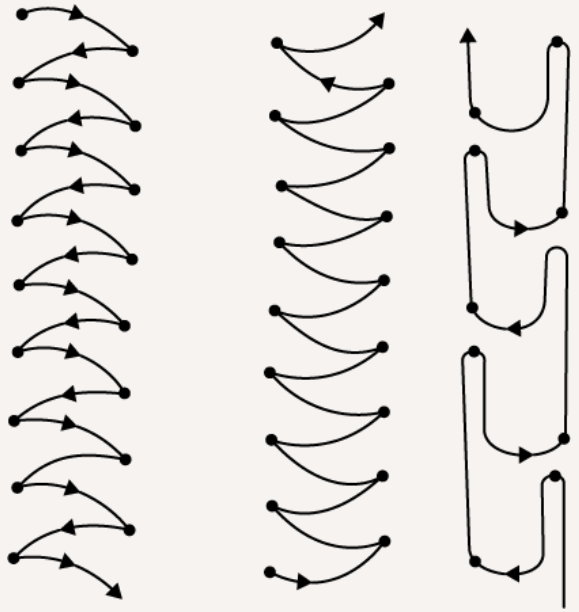
## 7.2 เทคนิคการส่ายลวดเชื่อม (ต่อ)

เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าที่เหมาะสมกับท่าเชื่อม

ท่าตั้ง (Vertical Position)



ลักษณะชิ้นงาน



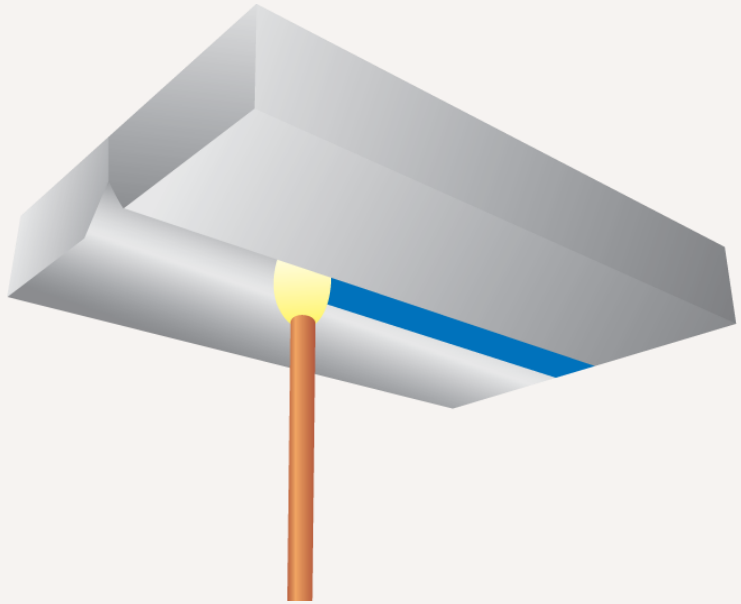
วิธีการเดินแนวและการส่ายลวดเชื่อม

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 7.2 เทคนิคการส่ายลวดเชื่อม (ต่อ)

เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าที่เหมาะสมกับท่าเชื่อม

**ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)**



ลักษณะชิ้นงาน

วิธีการเดินแนวและการส่ายลวดเชื่อม

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 7.3 เทคนิคการเชื่อมต่อรอยเชื่อม

ในการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ซึ่งเป็นลวดเชื่อมสิ้นเปลือง (Consumable Electrode) ลวดเชื่อมจะหลอมละลายเติมลงในรอยเชื่อม เมื่อลวดเชื่อมใกล้หมดควรเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่ โดยให้ลวดเชื่อมเหลือประมาณ 30 mm หากสั้นกว่านี้อาจทำให้หัวจับลวดเชื่อมเกิดความเสียหายและอาจเกิดอันตรายจากความร้อนที่อาร์กได้

เมื่อเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่ในการต่อรอยเชื่อมควรเคาะสแลกและทำความสะอาดด้วยแปรงลวดตรงจุดที่จะทำการต่อรอยเชื่อมก่อน และเริ่มต้นอาร์กให้ห่างจากจุดที่ต้องการเชื่อม กล่าวคือห่างจากปลายสุดของแอ่งหลอมเหลวแล้วเดินลวดย้อนมาที่ตำแหน่งเดิม จากนั้นเติมลวดเชื่อมลงในแอ่งให้เต็มโดยต้องระมัดระวังและควบคุมไม่ให้มากเกินไปเพราะจะทำให้รอยเชื่อมตรงบริเวณรอยต่อนูนมากเกินไป แต่ถ้าเติมลวดเชื่อมน้อยเกินไปก็จะเกิดรอยแหว่งทำให้รอยเชื่อมมีข้อบกพร่อง

# 7. เทคนิคการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 7.4 เทคนิคการถอนลวดเชื่อม

การถอนลวดเชื่อมออกจากบ่อหลอมเหลว เมื่อสิ้นสุดการเชื่อมเพื่อไม่ให้รอยเชื่อมเป็นแอ่งลึกและกว้าง ควรให้ลวดเชื่อมทำมุมกับชิ้นงานประมาณ 10°-15° และควรหยุดการเดินลวดเชื่อมขณะหนึ่ง เพื่อให้ลวดเชื่อมเติมลงในแอ่งหลอมเหลวให้เต็มแล้วจึงถอนลวดเชื่อมออก

# สรุป

ในการปฏิบัติงานเชื่อมอาจเกิดอันตรายขึ้นได้ ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจึงต้องให้ความสำคัญและปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด ป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายอันนำมาซึ่งความสูญเสียแก่ชีวิตและทรัพย์สินทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นการเชื่อมโลหะให้ติดกัน ใช้สำหรับประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน หรือเชื่อมซ่อมแซมชิ้นส่วนโลหะที่ชำรุด ซึ่งต้องคำนวณรอบทำงาน (Duty Cycle) ของเครื่องเชื่อมเพื่อให้ทราบถึงสมรรถนะของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในการอาร์กกับเวลาทั้งหมด ซึ่งได้กำหนดเวลาไว้เป็นมาตรฐานคือ 10 นาที และต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า สายไฟเชื่อม หัวจับลวดเชื่อม หัวจับสายดิน หน้ากากเชื่อม คีมจับชิ้นงานร้อน ค้อนเคาะสแลก และแปรงลวด รวมถึงอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะต้องสวมใส่ก่อนปฏิบัติงานเชื่อมทุกครั้ง โดยการเริ่มต้นการอาร์กที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือวิธีขีดหรือเขี่ยและวิธีเคาะหรือแตะ และในการเชื่อมนั้นยังต้องอาศัยเทคนิควิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเริ่มต้นอาร์ก การส่ายลวดเชื่อม การเชื่อมต่อรอยเชื่อม และการถอนลวดเชื่อม เพื่อเชื่อมงานให้ถูกต้องตามหลักการเชื่อม ช่วยให้รอยเชื่อมมีคุณภาพ ได้รอยเชื่อมสมบูรณ์และมีการซึมลึกที่ดี

# งานเชื่อมอาร์ก
## ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

# สาระสำคัญ

ในการปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องศึกษาถึงองค์ประกอบในการเชื่อม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจเพื่อนำไปประกอบการฝึกเชื่อม ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานเชื่อมที่ได้มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์อาจพบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในงานเชื่อม ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจากเทคนิควิธีการเชื่อมและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ผู้ปฏิบัติงานยังมีความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งรอยเชื่อมที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ ขาดความแข็งแรง เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาเทคนิควิธีการเชื่อมต่าง ๆ ตลอดจนเข้าใจถึงสาเหตุของข้อบกพร่องรวมถึงวิธีการแก้ไข

# สาระการเรียนรู้

01 องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

02 ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

03 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

04 ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

# สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

# จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายองค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
2. จำแนกชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อมได้
3. อธิบายมาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้าได้
4. จำแนกชนิดข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
5. บอกลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไขได้

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะมีความสำคัญต่องานเชื่อม ผู้ที่ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องศึกษา ทำความเข้าใจ ตลอดจนนำไปใช้ประกอบการฝึกเชื่อมเพื่อให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและสมบูรณ์นั้นจะต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ดังนี้

1.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน

1.2 การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง

1.3 การปรับกระแสไฟให้เหมาะสมกับงาน

1.4 ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง

1.5 การตั้งมุมลวดเชื่อมที่ถูกต้อง

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน

1. **ลักษณะของรอยต่อและรอยเชื่อม** ถ้าชิ้นงานไม่มีรอยต่อสามารถเลือกใช้ลวดเชื่อมที่มีการอาร์กแบบนิ่มนวลได้ การซึมลึกน้อยไม่มีผลต่อชิ้นงาน แต่ถ้าชิ้นงานมีความหนาต้องบากหน้าชิ้นงานก่อน และต้องเลือกใช้ลวดเชื่อมที่ซึมลึกสูง
2. **ส่วนผสมของโลหะงาน** ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องทราบว่าโลหะงานที่จะนำมาเชื่อมมีส่วนผสมของธาตุใด เพื่อที่จะได้เลือกใช้ลวดเชื่อมให้ถูกต้อง เช่น ถ้าชิ้นงานเป็นเหล็กหล่อควรใช้ลวดเชื่อมเหล็กหล่อมาใช้ในการเชื่อม
3. **รูปร่างและความหนาของชิ้นงาน** หากชิ้นงานมีความหนาและมีรูปร่างที่ซับซ้อนควรเลือกลวดเชื่อมที่มีความเหนียวสูงเพื่อป้องกันการแตกร้าว
4. **สภาพการใช้งานและความต้องการ** ให้พิจารณาว่าชิ้นงานที่ถูกเชื่อมจะต้องรับแรงมากหรือน้อยเพียงใด แล้วจึงเลือกลวดเชื่อมให้มีสมบัติเหมือนกับชิ้นงาน

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน (ต่อ)

5. **ชนิดของกระแสไฟฟ้าที่ใช้** ลวดเชื่อมบางชนิดเหมาะสำหรับเชื่อมด้วยไฟฟ้ากระแสตรง (DC) บางชนิดเหมาะสำหรับเชื่อมด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งการเลือกใช้กระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมควรพิจารณาจากสัญลักษณ์ของลวดเชื่อม

6. **ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม** มีความสำคัญต่อการเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม ถ้าใช้กระแสไฟฟ้าปริมาณน้อยควรเลือกใช้ลวดเชื่อมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6 mm ถ้าใช้กระแสไฟสูงเกิน 180 A ขึ้นไป ควรเลือกใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 mm ขึ้นไป

**RECOMMENDED CURRENT**

| DIA × LENGTH (mm) | CURRENT RANGE (A) | | POLARITY OF ELECTRODE |
|---|---|---|---|
| | FLAT | VERTICAL AND OVERHEAD | |
| 2.6 × 350 | 45-95 | 45-95 | AC or DC ± |

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน (ต่อ)

ลักษณะการใช้ลวดเชื่อมเหล็กเหนียวและเหล็กผสมต่ำ

| ชนิดของลวดเชื่อม | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) | DC (A) | AC (A) |
|---|---|---|---|
| E7018<br>ลวดเชื่อมทนแรงดึงสูง<br>ไฮโดรเจนต่ำ | 2.4 | 70-110 | 80-120 |
| | 3.2 | 90-160 | 100-160 |
| | 4.0 | 130-210 | 140-210 |
| | 4.8 | 180-300 | 200-300 |
| | 6.4 | 300-400 | 325-420 |
| E6010<br>ลวดเชื่อมกินลึกสูง | 2.4 | 40-80 | - |
| | 3.2 | 70-130 | - |
| | 4.0 | 90-165 | - |
| | 4.8 | 140-225 | - |

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน (ต่อ)

ลักษณะการใช้ลวดเชื่อมเหล็กเหนียวและเหล็กผสมต่ำ

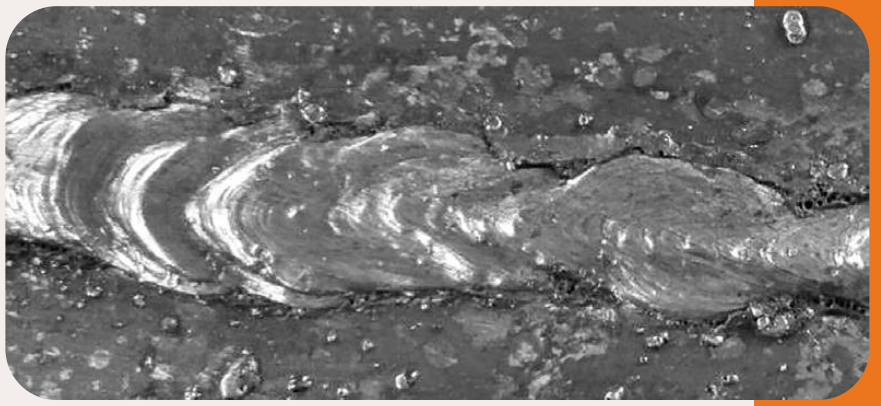
| ชนิดของลวดเชื่อม | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) | DC (A) | AC (A) |
|---|---|---|---|
| E6011<br>ลวดเชื่อมกินลึกสูง | 2.4<br>3.2<br>4.0 | 40-80<br>60-110<br>105-135 | 40-90<br>65-120<br>115-150 |
| E6013<br>ลวดเชื่อมกินลึกปานกลาง<br>(เป็นลวดที่นิยมใช้ในประเทศไทยมากที่สุด) | 2.0<br>2.4<br>3.2<br>4.0<br>4.8 | 45-75<br>70-105<br>100-135<br>145-180<br>185-225 | 50-80<br>75-115<br>110-140<br>160-200<br>205-260 |

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.2 การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง

ระยะอาร์ก (Arc Length) หมายถึงระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมถึงผิวหน้าของชิ้นงานซึ่งระยะอาร์กจะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม เช่น ถ้าใช้ลวดเชื่อมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6 mm ระยะอาร์กโดยประมาณจะเท่ากับ 2.6 mm ซึ่งระยะอาร์กจะส่งผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อมดังนี้

1. **ระยะอาร์กสูงเกินไป** มีผลทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นกับรอยเชื่อมจะแผ่กระจายไปบนผิวหน้าชิ้นงานมากและแก๊สที่ปกคลุมรอยเชื่อมอาจจะไม่เพียงพอ รอยเชื่อมจะมีลักษณะกว้าง แบนราบ รอยเชื่อมไม่สม่ำเสมอ เม็ดโลหะกระเด็นมาก การอาร์กรุนแรง ความแข็งแรงของรอยเชื่อมน้อยลง และการควบคุมรอยเชื่อมทำได้ยาก

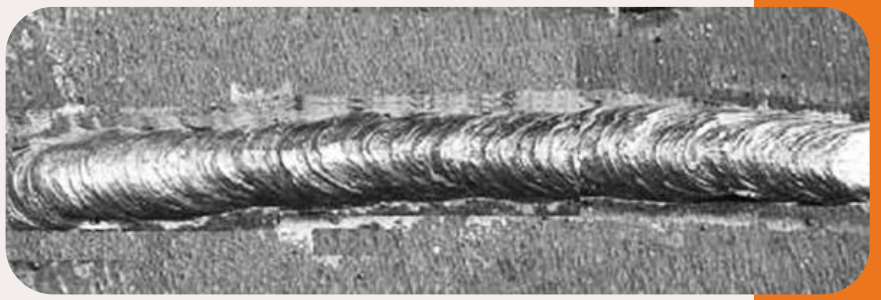


# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.2 การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง (ต่อ)

2. **ระยะอาร์กต่ำเกินไป** จะทำให้ความร้อนจากการอาร์กน้อยเกินไป ทำให้รอยเชื่อมที่ได้มีลักษณะแคบ นูนสูง การหลอมละลายน้อย การอาร์กไม่สม่ำเสมอ การหลอมละลายของชิ้นงานมีน้อย ความแข็งแรงของรอยเชื่อมลดลง และปลายลวดเชื่อมอาจติดกับชิ้นงานได้ง่าย

3. **ระยะอาร์กที่ถูกต้อง** มีผลทำให้การรวมตัวของอากาศภายนอกกับโลหะหลอมละลายได้ยาก มีการอาร์กที่สม่ำเสมอ เกิดเม็ดโลหะน้อย ขนาดรอยเชื่อมมีความกว้างและความนูนเหมาะสม รอยเชื่อมมีความแข็งแรงสูง



# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.3 การปรับกระแสไฟให้เหมาะสมกับงาน

เนื่องจากชิ้นงานที่จะหลอมละลายมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการปรับกระแสไฟ วิธีการปรับกระแสไฟที่เหมาะสมกับงานขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. **ชนิดของกระแสไฟ** ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมที่ใช้ว่ากำหนดให้ใช้กระแสไฟชนิดใด หากใช้ผิดประเภทคุณภาพรอยเชื่อมจะไม่ดีเท่าที่ควร เช่น E6010 กำหนดให้ใช้กระแสไฟ DCEP E6011 กำหนดให้ใช้กระแสไฟ AC และ DCEP และ E6013 กำหนดให้ใช้กระแสไฟ AC, DCEP หรือ DCEN
2. **ปริมาณกระแสไฟ** ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของชิ้นงานและขนาดของลวดเชื่อม ถ้าปรับกระแสไฟสูงเกินไปบ่อหลอมเหลวจะกว้างและควบคุมยาก ถ้าปรับกระแสไฟต่ำเกินไปชิ้นงานจะไม่หลอมละลาย หากปรับตั้งกระแสไฟในปริมาณที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการปฏิบัติงานเชื่อมในลักษณะต่างกันออกไป

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.3 การปรับกระแสไฟให้เหมาะสมกับงาน (ต่อ)

การเปรียบเทียบผลการปรับตั้งกระแสไฟในปริมาณที่แตกต่างกัน

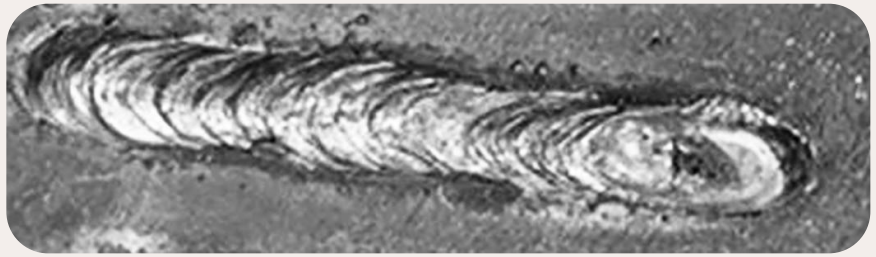
| การปรับกระแสไฟเชื่อมต่ำ | การปรับกระแสไฟเชื่อมสูง | การปรับกระแสไฟเชื่อมที่ถูกต้อง |
|---|---|---|
| 1. เริ่มต้นอาร์กยาก<br>2. รอยเชื่อมนูนมาก<br>3. การอาร์กไม่สม่ำเสมอ<br>4. เชื่อมได้ช้า<br>5. ชิ้นงานมีความร้อนต่ำ ทำให้การหลอมละลายของชิ้นงานไม่ดี | 1. เริ่มต้นอาร์กง่าย<br>2. รอยเชื่อมแบน<br>3. การอาร์กรุนแรง<br>4. มีอัตราการสิ้นเปลืองลวดเชื่อมมาก<br>5. ลวดเชื่อมมีความร้อนสูงมาก<br>6. มีเสียงดัง และเม็ดโลหะมาก | 1. อาร์กง่าย<br>2. รอยเชื่อมสม่ำเสมอ ไม่กว้างหรือนูนเกินไป<br>3. เสียงอาร์กสม่ำเสมอ<br>4. เกิดเม็ดโลหะน้อย |

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

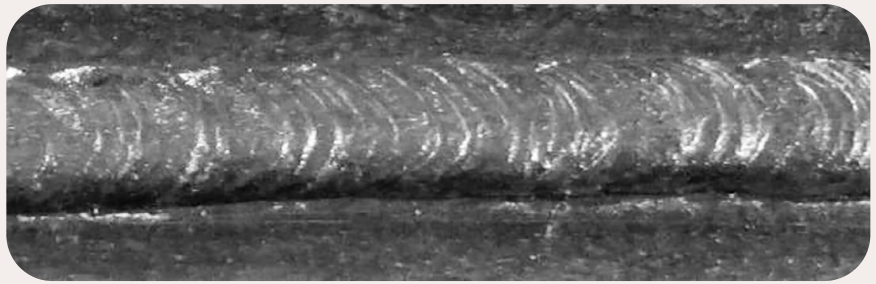
## 1.3 การปรับกระแสไฟให้เหมาะสมกับงาน (ต่อ)

การเปรียบเทียบ
ผลการปรับตั้งกระแสไฟ
ในปริมาณที่แตกต่างกัน

ลักษณะของชิ้นงานที่ปรับ
กระแสไฟเชื่อมต่ำ



ลักษณะของชิ้นงานที่ปรับ
กระแสไฟเชื่อมสูง



ลักษณะของชิ้นงานที่ปรับ
กระแสไฟเชื่อมที่ถูกต้อง

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

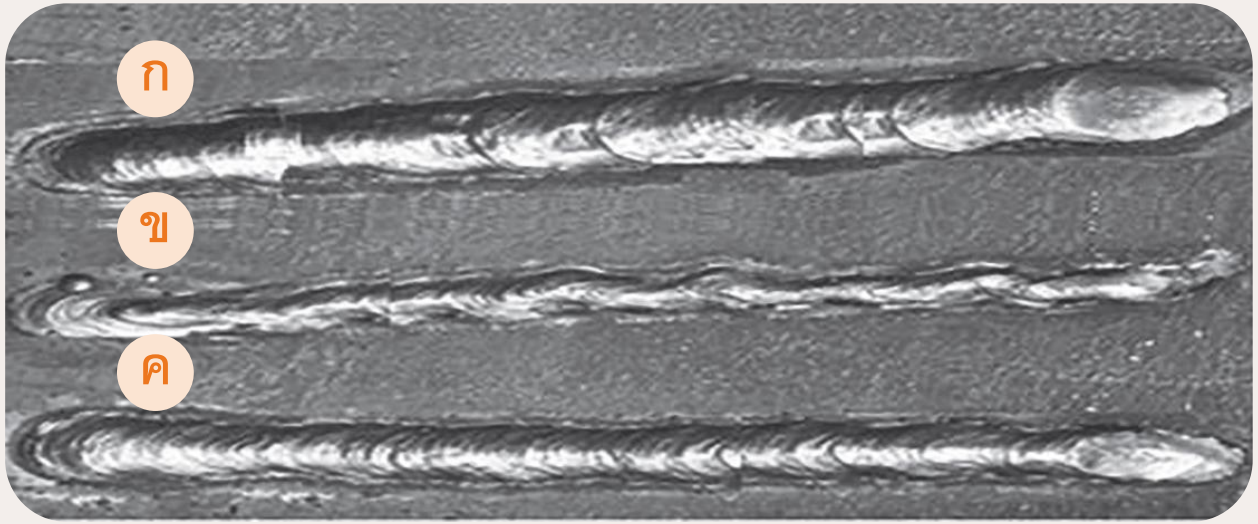
## 1.4 ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง

โดยการควบคุมความเร็วต้องสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าและขนาดความหนาของชิ้นงานด้วย ถ้าปรับกระแสไฟฟ้าสูงความเร็วในการเดินลวดเชื่อมช้า รอยเชื่อมจะกว้างเกิดการหลอมละลายมาก ถ้าเคลื่อนลวดเชื่อมเร็วจะได้รอยเชื่อมเล็กลง ถ้าปรับกระแสไฟฟ้าต่ำ เคลื่อนลวดเชื่อมช้าจะทำให้รอยเชื่อมเล็กนูนเกินไป ความเร็วในการเคลื่อนลวดเชื่อมจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ปฏิบัติงานเชื่อมกล่าวคือต้องการรอยเชื่อมลักษณะใดจะต้องฝึกฝนให้เกิดทักษะและความชำนาญ

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.4 ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง (ต่อ)

ลักษณะของรอยเชื่อมที่เกิดจากการเคลื่อนลวดเชื่อมแบบต่าง ๆ




(ก) เป็นการเชื่อมที่มีการเคลื่อนลวดเชื่อมช้าเกินไป

(ข) เป็นการเชื่อมที่มีการเคลื่อนลวดเชื่อมเร็วเกินไป

(ค) เป็นการเชื่อมที่มีการเคลื่อนลวดเชื่อมและการตั้งค่ากระแสไฟเหมาะสม

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 1.5 การตั้งมุมลวดเชื่อมที่ถูกต้อง

การตั้งมุมของลวดเชื่อมที่ถูกต้องจะมีผลทำให้การควบคุมรอยเชื่อมให้เป็นไปตามความต้องการและรอยเชื่อมมีคุณภาพ มุมของลวดเชื่อมจะประกอบไปด้วยมุมนำ (Lead Angle) และมุมด้านข้าง (Side Angle) มีลักษณะดังนี้

1. **มุมนำ (Lead Angle)** หมายถึงมุมเอียงของลวดเชื่อมจากแนวระดับ 90° ถ้าถนัดมือขวาให้เอียงไปทางขวา ถ้าถนัดมือซ้ายให้เอียงไปทางซ้าย โดยลวดเชื่อมทำมุมกับชิ้นงาน 75°-80°

# 1. องค์ประกอบในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

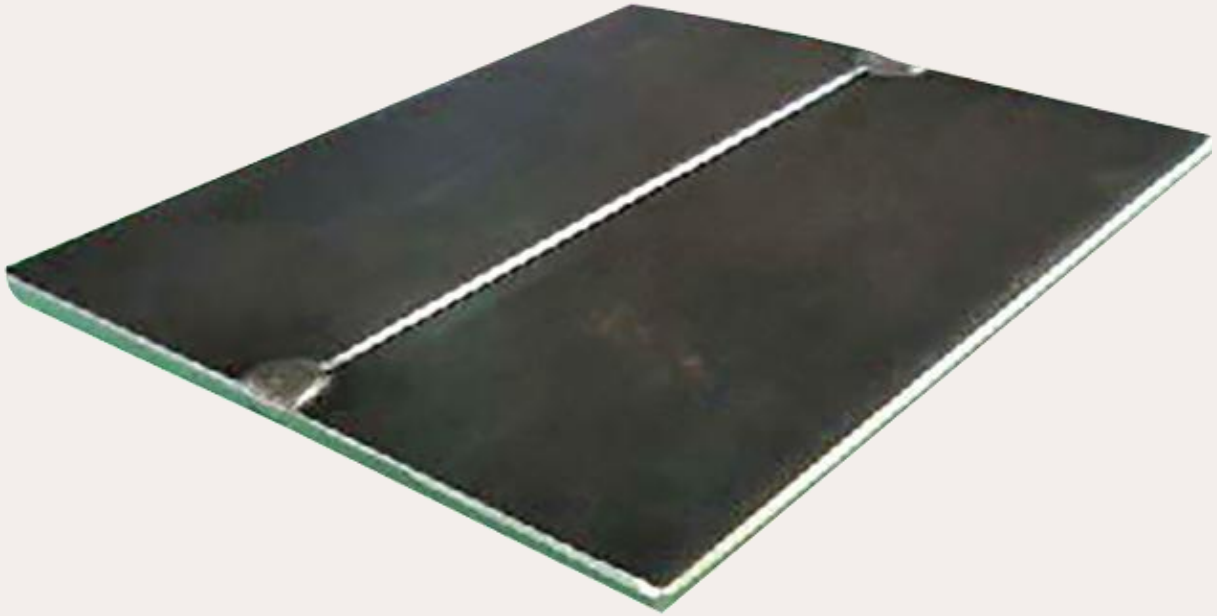
## 1.5 การตั้งมุมลวดเชื่อมที่ถูกต้อง (ต่อ)

2. **มุมด้านข้าง (Side Angle)** หากเป็นมุมด้านข้างของลวดเชื่อมสำหรับงานเชื่อมท่าราบโดยทั่วไปจะมีมุม 90° โดยวัดเข้าหาตัวผู้ปฏิบัติงานเชื่อมและออกนอกตัวของผู้ปฏิบัติงานเชื่อม แต่ถ้าเป็นการเชื่อมท่าระดับหรือท่าขนานนอนรอยต่อรูปตัวที มุมด้านข้างของลวดเชื่อมทำมุม 45°

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.1 ชนิดรอยต่อในงานเชื่อม

1. **รอยต่อชน (Butt Joint)** คือการนำชิ้นงานสองชิ้นวางให้ขอบชนกัน อาจเว้นช่องว่างหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบงานนั้น ๆ บางครั้งอาจต้องมีการเตรียมรอยต่อโดยการบากชิ้นงานให้มีรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน



# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.1 ชนิดรอยต่อในงานเชื่อม (ต่อ)

2. **รอยต่อมุม (Corner Joint)** คือการต่อโดยการนำขอบชิ้นงานทั้งสองชิ้นมาวางตั้งฉากกัน ให้มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม สามารถเชื่อมได้ทั้งมุมภายนอกและมุมภายใน

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

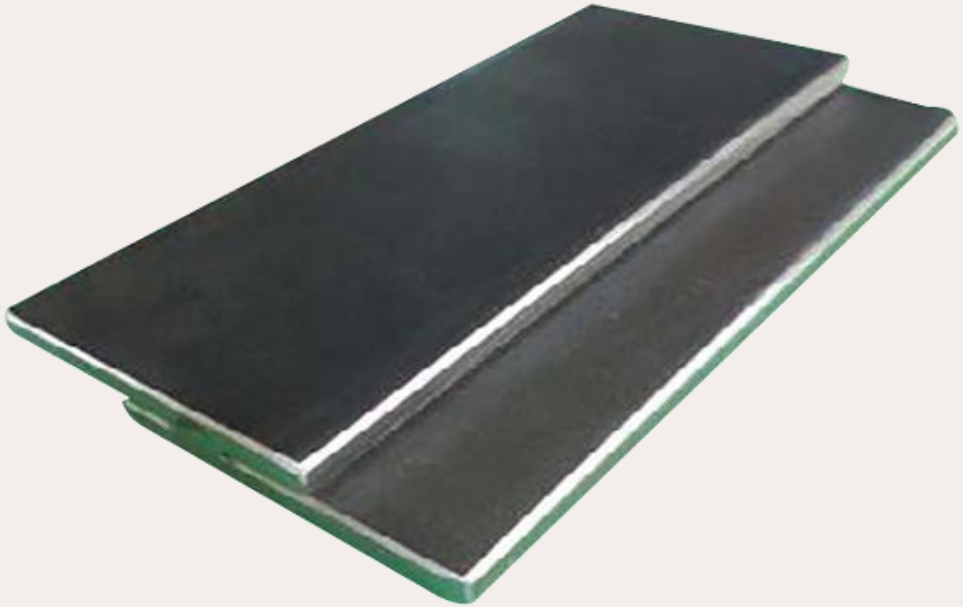
## 2.1 ชนิดรอยต่อในงานเชื่อม (ต่อ)

3. **รอยต่อขอบ (Edge Joint)** คือการนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชนกัน โดยให้ผิวงานทั้ง 2 ชิ้น ทาบแนบชิดกับขอบของงานทั้งสอง โดยจะชิดและขนานกันตลอดรอยเชื่อม ซึ่งจะต้องเชื่อมที่ผิวหน้าของขอบชิ้นงาน โดยปกติการเชื่อมรอยต่อขอบจะใช้ต่อโลหะแผ่นบางซึ่งใช้ต่อโลหะแผ่นหนาไม่เกิน 1/4 in และจะใช้กับรอยต่อของชิ้นงานที่ไม่ต้องรับแรงมากนัก

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.1 ชนิดรอยต่อในงานเชื่อม (ต่อ)

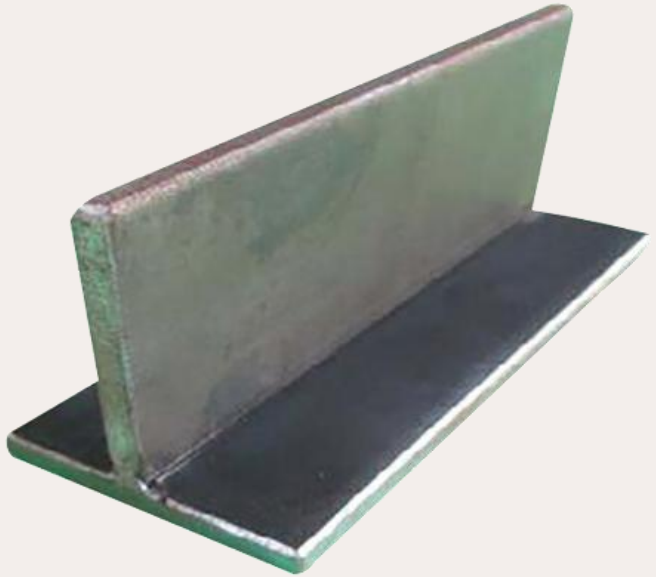
4. **รอยต่อเกย (Lap Joint)** คือการนำชิ้นงาน 2 ชิ้น ที่จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันมาเกยหรือซ้อนกันเพื่อทำการเชื่อม โดยจะเชื่อมที่ขอบของชิ้นงานหนึ่งกับผิวหน้าของอีกชิ้นงานหนึ่ง จะได้รอยเชื่อมมุมหรือรอยเชื่อมแบบฟิลเล็ต (Fillet Weld) ในการซ้อนเกยกันไม่ควรน้อยกว่า 3 เท่า ของความหนาของชิ้นงานเชื่อม



# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.1 ชนิดรอยต่อในงานเชื่อม (ต่อ)

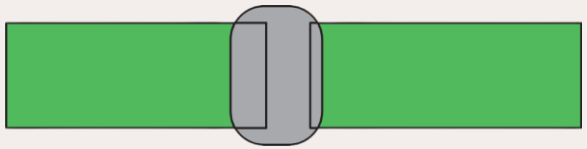
5. **รอยต่อรูปตัวที (T-Joint)** คือการนำชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้นมาต่อกันโดยนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่งมาวางตั้งบนผิวหน้าของชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งเป็นรูปตัวที (T) ชิ้นงานทั้งสองทำมุม 90° ซึ่งกันและกัน การเชื่อมรอยต่อรูปตัวทีเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากซึ่งคล้ายกับการเชื่อมรอยต่อเกย การเชื่อมรอยต่อรูปตัวทีถ้าชิ้นงานไม่หนามากหรือไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักก็จะเชื่อมเพียงแนวเดียว (Single Pass) แต่ถ้าต้องการความแข็งแรงเพิ่มขึ้นให้เชื่อมหลาย ๆ แนวซ้อนกัน (Multiple Pass) หรือเชื่อมทั้ง 2 ด้าน



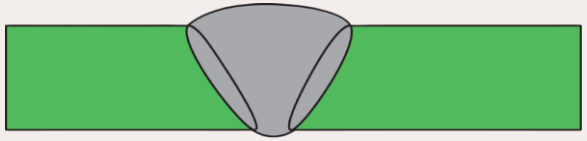
# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.2 ชนิดรอยเชื่อม

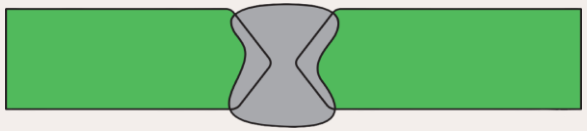
1. **รอยเชื่อม (Weld)** ที่นำมาใช้ในงานเชื่อมมีหลายลักษณะดังนี้



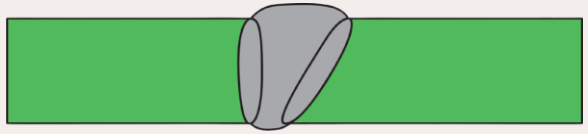
รอยเชื่อมชนหน้าฉาก
(Square Groove Weld)



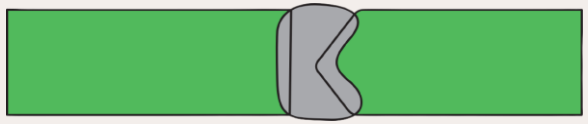
รอยเชื่อมชนรูปตัววีเดี่ยว
(Single-V Groove Weld)



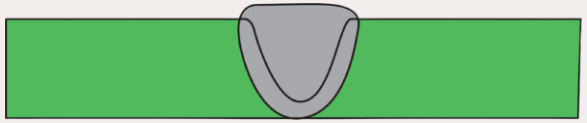
รอยเชื่อมชนรูปตัววีคู่
(Double-V Groove Weld)



รอยเชื่อมชนหน้าเฉียงเดี่ยว
(Single-Bevel Groove Weld)



รอยเชื่อมชนหน้าเฉียงคู่
(Double-Bevel Groove Weld)

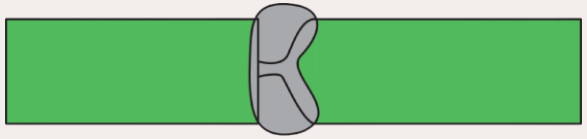


รอยเชื่อมชนรูปตัวยูเดี่ยว
(Single-U Groove Weld)

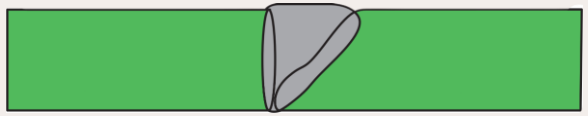
# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.2 ชนิดรอยเชื่อม (ต่อ)

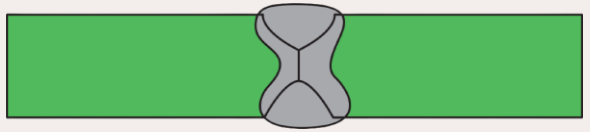
### 1. รอยเชื่อม (Weld) (ต่อ)



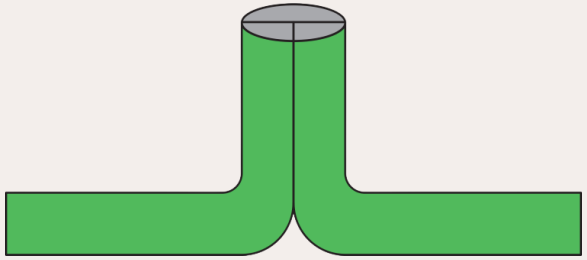
รอยเชื่อมชนรูปตัวยูคู่
(Double-U Groove Weld)



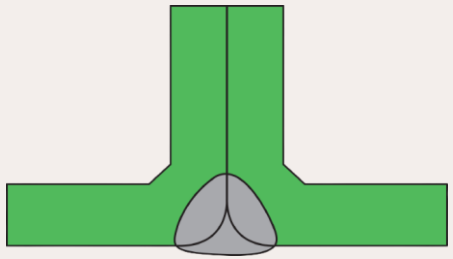
รอยเชื่อมชนรูปตัวเจเดี่ยว
(Single-J Groove Weld)



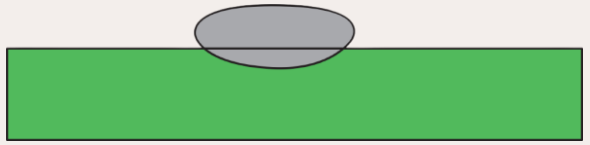
รอยเชื่อมชนรูปตัวเจคู่
(Double-J Groove Weld)



รอยเชื่อมขอบ
(Edge Weld)



รอยเชื่อมแฟร์วี
(Flare-V Weld)

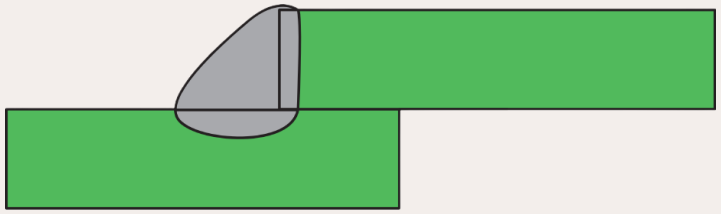


แนวเชื่อม
(Bead)

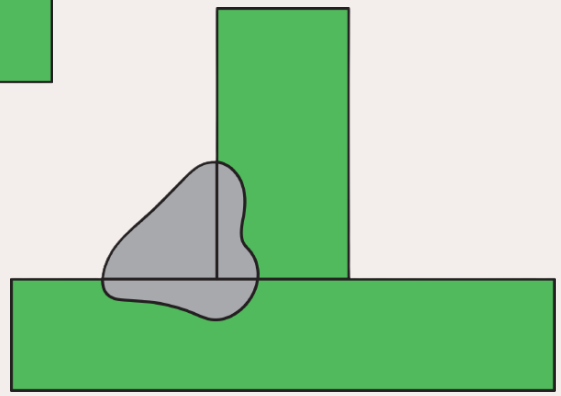
# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

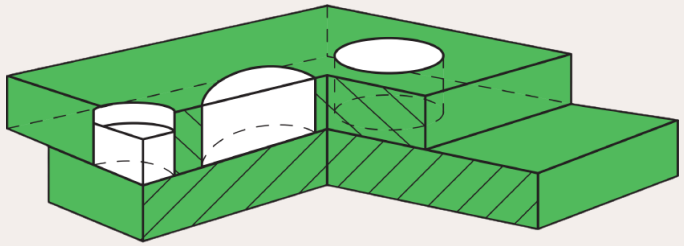
## 2.2 ชนิดรอยเชื่อม (ต่อ)

### 1. รอยเชื่อม (Weld) (ต่อ)

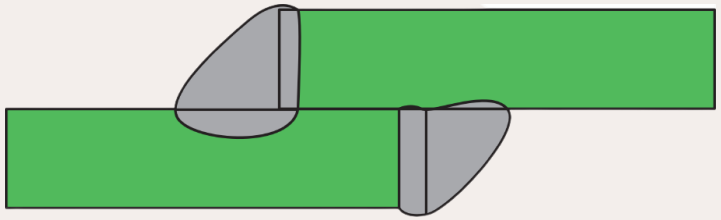


รอยเชื่อมมุมด้านเดียว
(Single Fillet Weld)

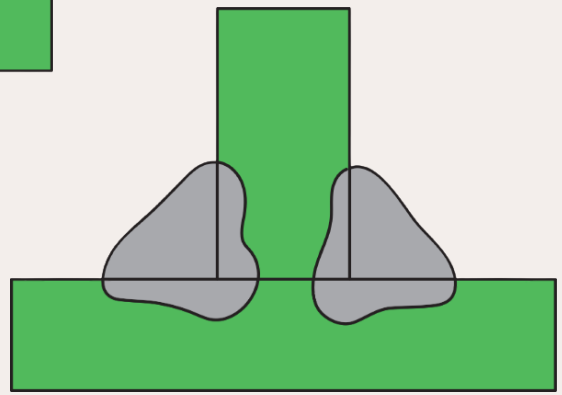


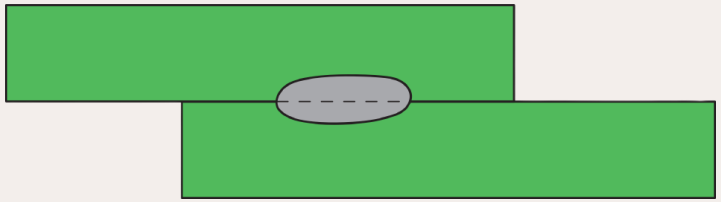


รอยเชื่อมอุด
(Plug Weld)



รอยเชื่อมมุมสองด้าน
(Double Fillet Weld)



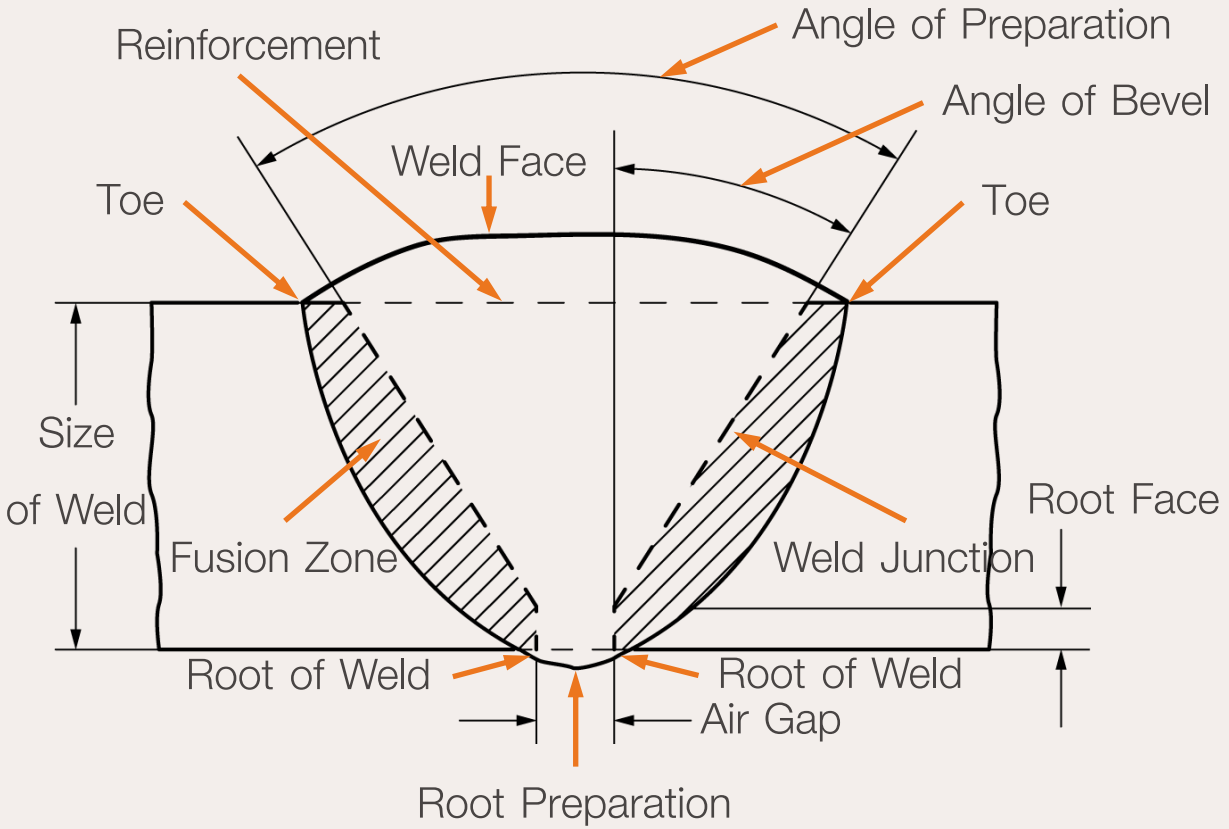


การเชื่อมจุด
(Spot Welding)

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.2 ชนิดรอยเชื่อม (ต่อ)

2. **ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรอยเชื่อมร่อง (Groove Weld)** ตามพจนานุกรมศัพท์การเชื่อม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2554) ได้กำหนดคำอธิบายศัพท์การเชื่อมไว้ดังนี้



# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.2 ชนิดรอยเชื่อม (ต่อ)

2. **ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรอยเชื่อมร่อง (Groove Weld)** ตามพจนานุกรมศัพท์การเชื่อม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2554) ได้กำหนดคำอธิบายศัพท์การเชื่อมไว้ดังนี้

| | |
|---|---|
| ขอบรอยเชื่อม (Toe) | ขอบระหว่างหน้ารอยเชื่อมกับโลหะชิ้นงานหรือขอบระหว่างเทียวเชื่อม |
| โลหะเชื่อมส่วนเกิน (Reinforcement) | โลหะเชื่อมส่วนที่สูงเกินระนาบรอยต่อของขอบรอยเชื่อม |
| หน้ารอยเชื่อม (Weld Face) | ผิวของรอยเชื่อมหลอมบนด้านที่ทำการเชื่อม |
| มุมร่องเชื่อม (Angle of Preparation) | มุมที่เกิดจากการบากชิ้นงาน 2 ชิ้น รวมกัน หรือเกิดจากการบากชิ้นงานชิ้นเดียวแล้วนำไปประกอบชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งก็ได้ |

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.2 ชนิดรอยเชื่อม (ต่อ)

2. **ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรอยเชื่อมร่อง (Groove Weld)** ตามพจนานุกรมศัพท์การเชื่อม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2554) ได้กำหนดคำอธิบายศัพท์การเชื่อมไว้ดังนี้

| | |
|---|---|
| มุมหน้าเฉียงหรือมุมบาก (Angle of Bevel) | มุมที่เกิดจากการบากขอบของชิ้นงานเพื่อเป็นการเตรียมรอยต่อที่จะนำไปใช้ในการเชื่อม |
| ความยาวขา (Size or Leg Length) | ระยะทางจากหน้าหลอมจริงหรือจุดตัดของเส้นที่ฉายออกไปจากหน้าหลอมจนถึงขอบของรอยเชื่อมมุม โดยวัดตามแนวของหน้าหลอม |
| บริเวณหลอม (Fusion Zone) | ส่วนของโลหะชิ้นงานซึ่งหลอมลงในโลหะเชื่อม |
| เขตรอยเชื่อม (Weld Junction) | ขอบเขตระหว่างบริเวณหลอมกับบริเวณกระทบร้อน |

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.2 ชนิดรอยเชื่อม (ต่อ)

2. **ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรอยเชื่อมร่อง (Groove Weld)** ตามพจนานุกรมศัพท์การเชื่อม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2554) ได้กำหนดคำอธิบายศัพท์การเชื่อมไว้ดังนี้

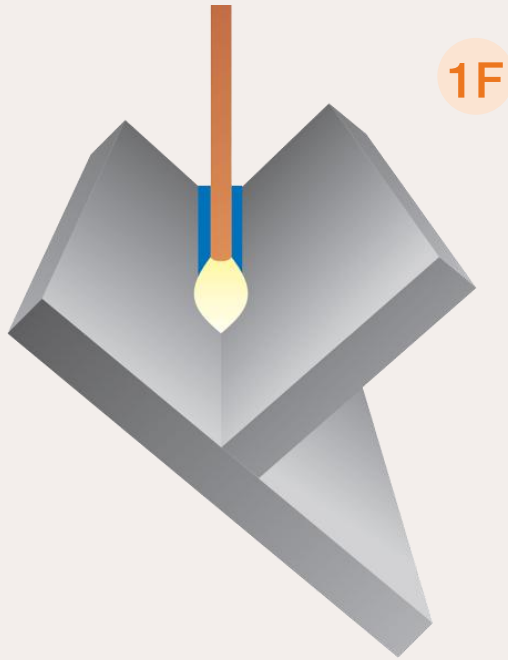
| | |
|---|---|
| หน้าฐานหรือหน้าราก (Root Face) | ส่วนของหน้าหลอมที่ฐานเชื่อม ซึ่งไม่ใช่ส่วนที่เป็นหน้าเฉียงหรือส่วนที่โค้งมน |
| ฐานเชื่อมหรือรากเชื่อม (Root of Weld) | บริเวณของเทียวเชื่อมแรกที่อยู่ห่างจากช่างเชื่อมมากที่สุด |
| ช่องว่าง (Air Gap or Gap) | ระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่างรอยต่อชิ้นงานเชื่อม |
| การหลอมลึกที่ฐานหรือราก (Root Preparation) | ลักษณะที่โลหะเชื่อมหลอมลึกลงไปถึงฐานของรอยต่อของโลหะชิ้นงาน |

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.3 ชนิดรอยเชื่อมมุม

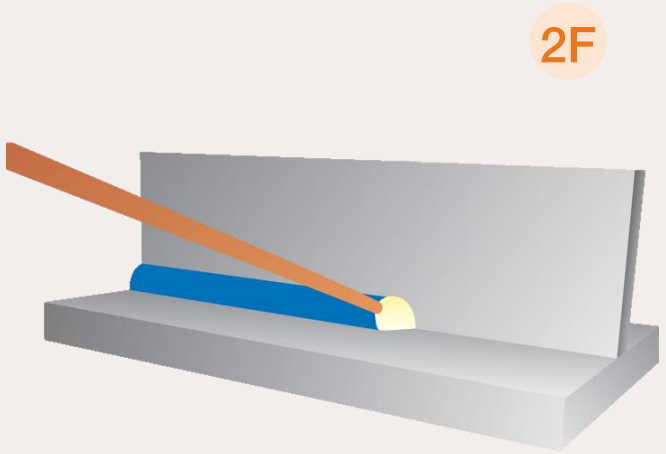
1. **รอยเชื่อมมุม (Fillet Welds)** ที่นำมาใช้ในงานเชื่อมมีหลายลักษณะดังนี้

ลักษณะของรอยเชื่อมมุมชนิดต่าง ๆ




ตำแหน่งท่าราบ

(Flat Position)




ตำแหน่งท่าระดับ

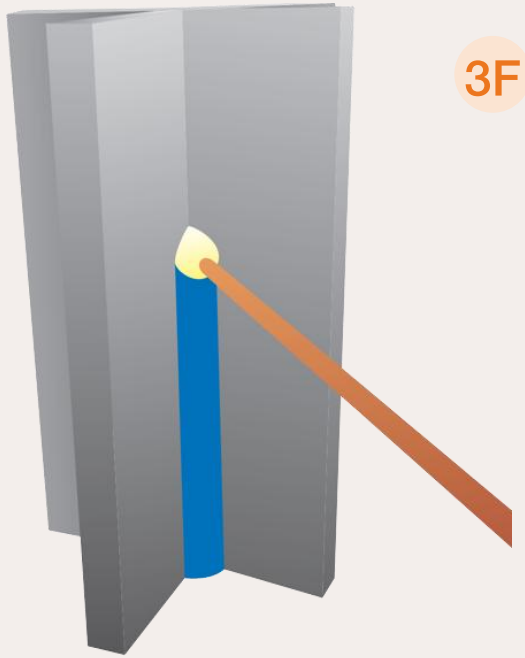
(Horizontal Position)

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.3 ชนิดรอยเชื่อมมุม (ต่อ)

### 1. รอยเชื่อมมุม (Fillet Welds) (ต่อ)

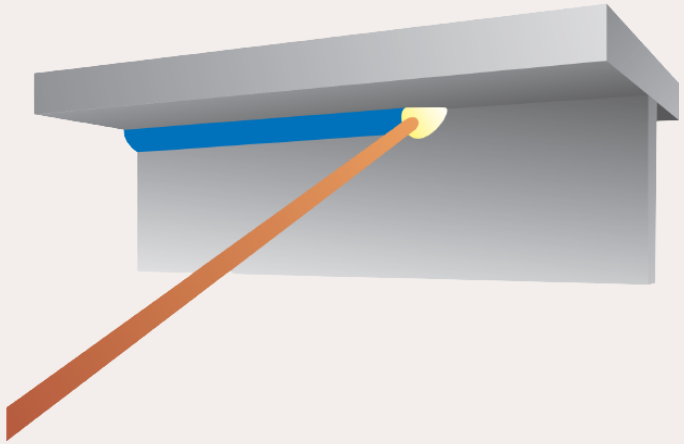
ลักษณะของรอยเชื่อมมุมชนิดต่าง ๆ



3F

ตำแหน่งท่าตั้ง

(Vertical Position)



4F

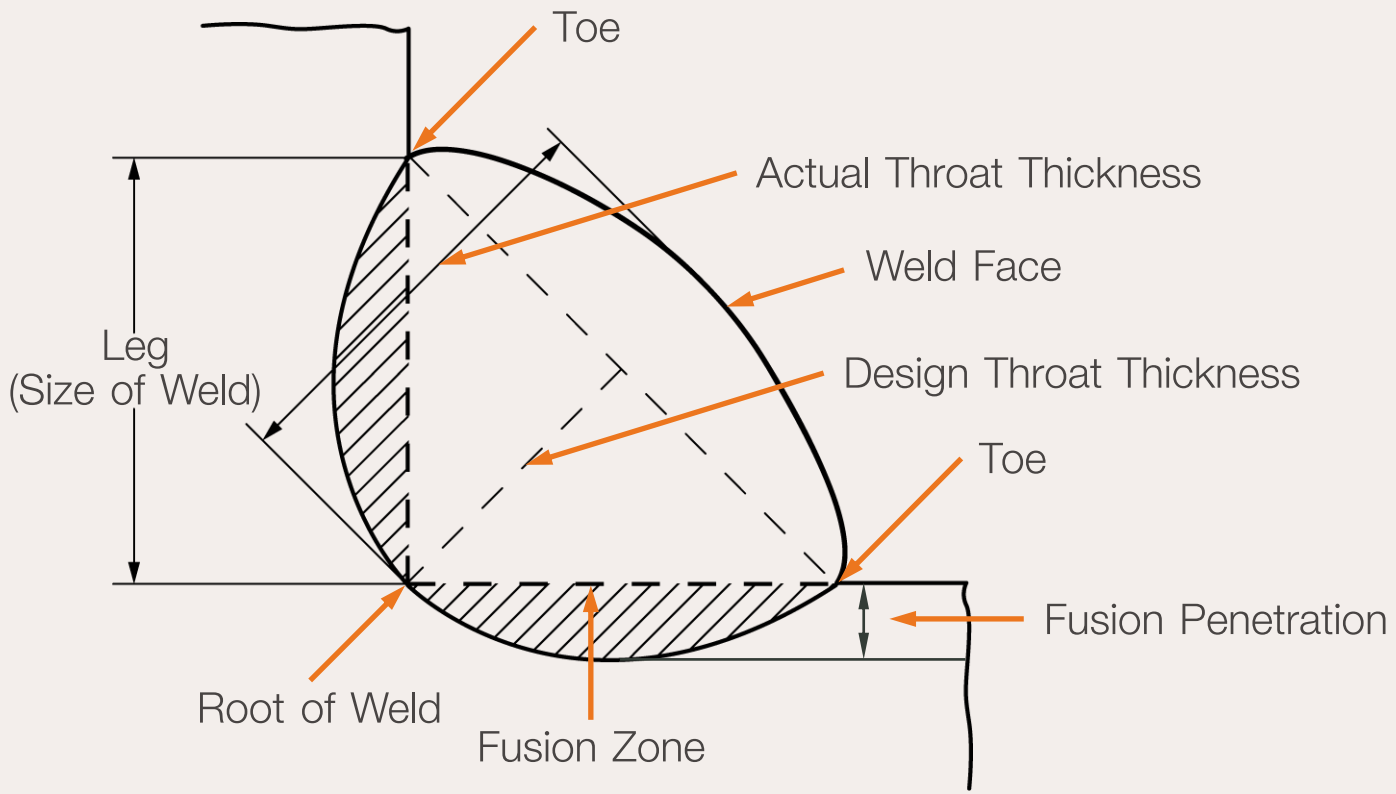
ตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ

(Overhead Position)

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.3 ชนิดรอยเชื่อมมุม (ต่อ)

2. **ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรอยเชื่อมมุม (Fillet Weld)** ตามพจนานุกรมศัพท์การเชื่อม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2554) ได้กำหนดคำอธิบายศัพท์การเชื่อมไว้ดังนี้



# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.3 ชนิดรอยเชื่อมมุม (ต่อ)

2. **ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรอยเชื่อมมุม (Fillet Weld)** ตามพจนานุกรมศัพท์การเชื่อม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2554) ได้กำหนดคำอธิบายศัพท์การเชื่อมไว้ดังนี้

| | |
|---|---|
| ความยาวขา (Size or Leg Length) | ระยะทางจากหน้าหลอมจริงหรือจุดตัดของเส้นที่ฉายออกไปจากหน้าหลอมจนถึงขอบของรอยเชื่อมมุม โดยวัดตามแนวของหน้าหลอม |
| ขอบรอยเชื่อม (Toe) | ขอบระหว่างหน้ารอยเชื่อมกับโลหะชิ้นงานหรือขอบระหว่างเทียวเชื่อม |
| ความหนารอยเชื่อมจริง (Actual Throat Thickness) | ความหนาที่วัดตั้งฉากระหว่างเส้นคู่ขนานที่ลากสัมผัสผิวด้านหน้าส่วนบนสุดของรอยเชื่อมกับผิวล่างสุดของรอยหลอมลึกที่ฐาน (Root Penetration) |
| หน้ารอยเชื่อม (Weld Face) | ผิวของรอยเชื่อมหลอมบนด้านที่ทำการเชื่อม |

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.3 ชนิดรอยเชื่อมมุม (ต่อ)

2. **ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรอยเชื่อมมุม (Fillet Weld)** ตามพจนานุกรมศัพท์การเชื่อม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2554) ได้กำหนดคำอธิบายศัพท์การเชื่อมไว้ดังนี้

| | |
|---|---|
| ความหนารอยเชื่อมตามแบบ (Design Throat Thickness) | ระยะต่ำสุดของความหนารอยเชื่อมตามแบบที่กำหนดไว้ |
| ฐานเชื่อมหรือรากเชื่อม (Root of Weld) | บริเวณของเทียวเชื่อมแรกที่อยู่ห่างจากช่างเชื่อมมากที่สุด |
| บริเวณหลอม (Fusion Zone) | ส่วนของโลหะชิ้นงานซึ่งหลอมลงในโลหะเชื่อม |
| ระยะหลอมลึก (Fusion Penetration) | ความลึกของโลหะชิ้นงานที่ถูกหลอม |

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.4 ตำแหน่งท่าเชื่อม

ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position) คือตำแหน่งและทิศทางการเชื่อมของรอยเชื่อม ซึ่งในกระบวนการเชื่อมนั้น ลักษณะของตำแหน่งท่าเชื่อมแต่ละท่าจะมีความแตกต่างกัน บางกระบวนการเชื่อมไม่สามารถเชื่อมในบางท่าเชื่อมได้ เช่น กระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (SAW) ไม่สามารถเชื่อมท่าที่ชิ้นงานอยู่ด้านบนของหัวเชื่อมได้

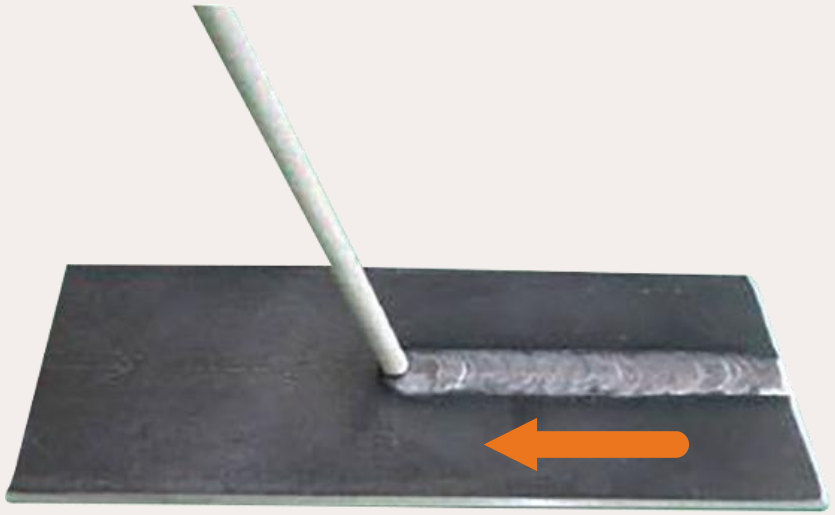
ตำแหน่งท่าเชื่อมพื้นฐานตามมาตรฐานของสมาคมการเชื่อมของอเมริกา (American Welding Society; AWS) กำหนดไว้ 4 ลักษณะ ดังนี้

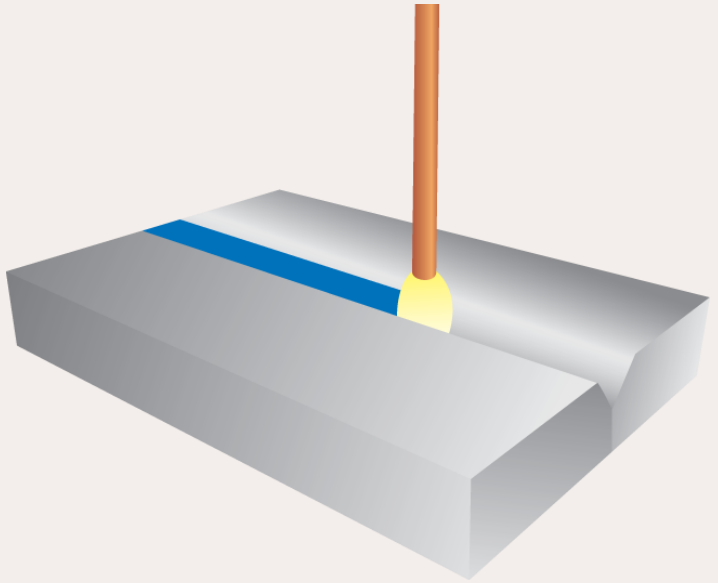
1. ท่าราบ (Flat Position)
2. ท่าระดับ (Horizontal Position) หรือท่าขนานนอน
3. ท่าตั้ง (Vertical Position)
4. ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)

# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.4 ตำแหน่งท่าเชื่อม (ต่อ)

1. **ท่าราบ (Flat Position)** เป็นท่าเชื่อมที่สามารถเชื่อมได้ง่ายที่สุด ขณะทำการเชื่อมสามารถควบคุมการหลอมละลายของน้ำโลหะได้ง่าย เนื่องจากรอยเชื่อมจะอยู่ด้านบนของชิ้นงานแรงดึงดูดของโลกจึงมีผลต่อการเชื่อมน้อยมาก

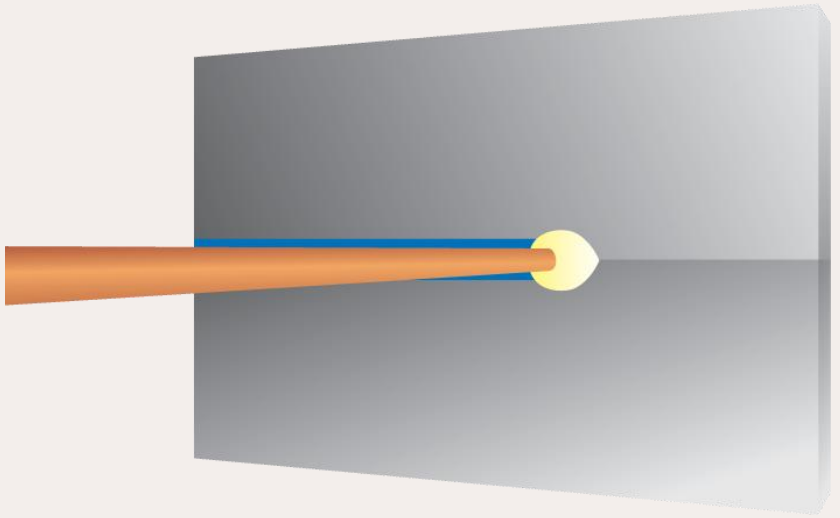




# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.4 ตำแหน่งท่าเชื่อม (ต่อ)

2. **ท่าระดับ (Horizontal Position) หรือท่าขนานนอน** เป็นท่าเชื่อมที่รอยเชื่อมจะอยู่ด้านข้างของชิ้นงานแต่รอยเชื่อมจะขนานไปกับแนวระนาบของพื้น ในการเชื่อมท่าเชื่อมนี้แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อมทำให้รอยเชื่อมไหลย้อยลงด้านล่างเสมอ มักจะเกิดข้อบกพร่องคือรอยแหว่งขอบแนว (Undercut) ของขอบด้านบนของรอยเชื่อม ในกรณีที่ต้องการรอยเชื่อมกว้างต้องใช้วิธีการเชื่อมหลายแนวขณะเชื่อมต้องเอียงลวดเชื่อมเพื่อให้แรงอาร์กช่วยพยุงน้ำโลหะไม่ให้ไหลลงด้านข้าง



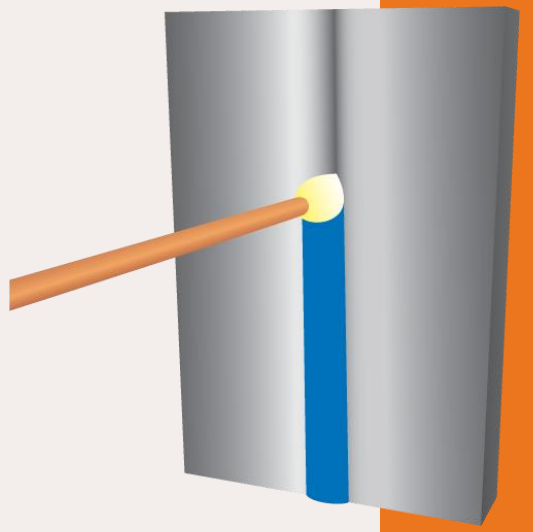
# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

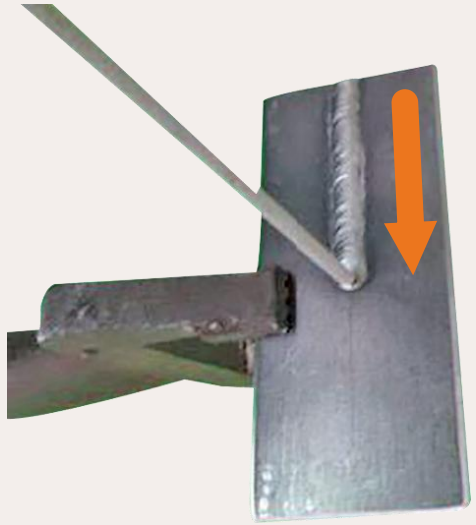
## 2.4 ตำแหน่งท่าเชื่อม (ต่อ)

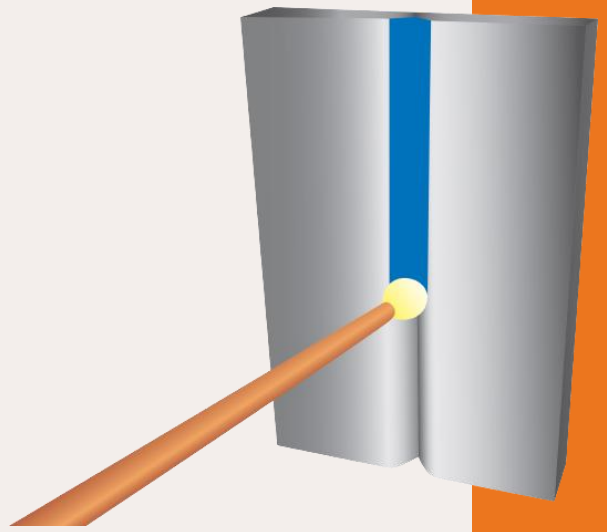
3. **ท่าตั้ง (Vertical Position)** เป็นท่าเชื่อมที่รอยเชื่อมอยู่ด้านข้างชิ้นงานเช่นเดียวกับท่าระดับ แต่รอยเชื่อมจะตั้งฉากกับแนวระนาบของพื้น การเชื่อมท่าตั้งจะมีอยู่ 2 แบบ คือ

   1) ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (Vertical Up) ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนา

   2) ท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down) ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนาไม่มากนัก



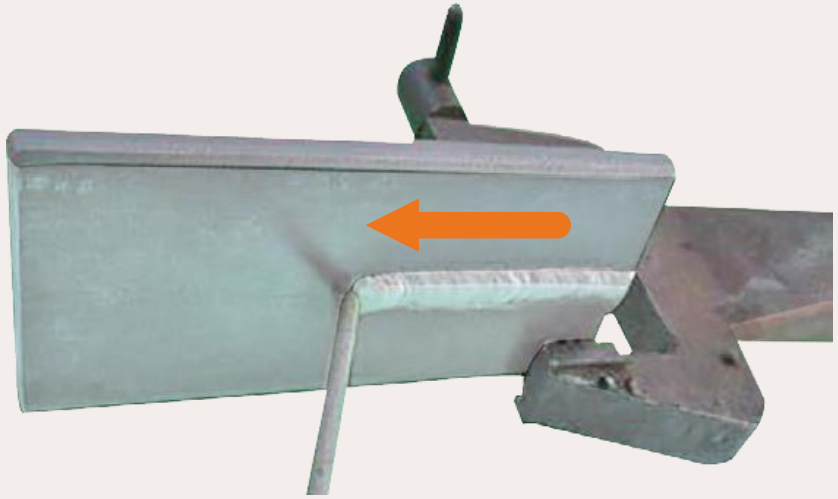


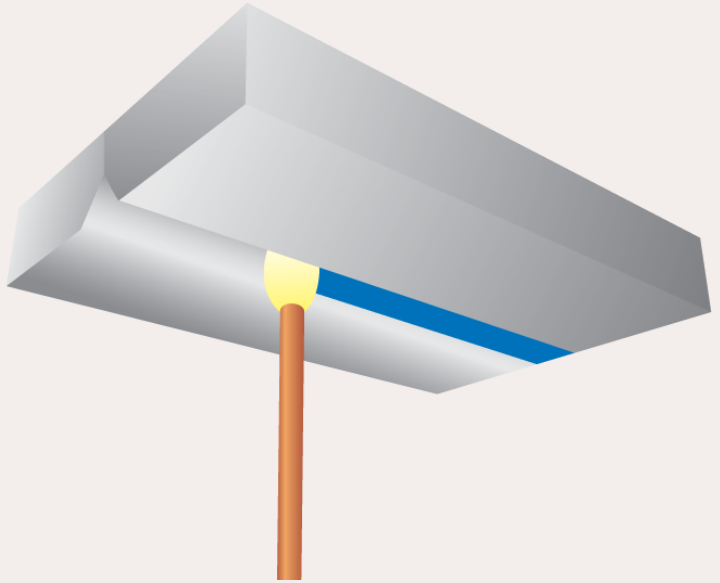


# 2. ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม รอยเชื่อมมุม และตำแหน่งท่าเชื่อม

## 2.4 ตำแหน่งท่าเชื่อม (ต่อ)

4. **ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)** เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระนาบเหนือศีรษะของผู้เชื่อม การเชื่อมท่านี้จะยากกว่าท่าเชื่อมอื่น ๆ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกจะทำให้น้ำโลหะของรอยเชื่อมที่กำลังหลอมเหลวไหลย้อยลงมา ซึ่งจะมีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก เช่น เกิดข้อบกพร่องในรอยเชื่อม และอันตรายจากสะเก็ดไฟจากการเชื่อม





# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

สมาคมการเชื่อมของอเมริกา (AWS) ได้ให้คำจำกัดความของ “ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode)” ไว้ดังนี้ ลวดเชื่อมโลหะในการเชื่อมอาร์กหมายถึงลวดเชื่อมสำหรับเติมลงในรอยเชื่อมและเป็นตัวทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วจ่ายไฟฟ้าผ่านตัวมันเองไปยังการอาร์ก ซึ่งจะผลิตออกมาในรูปร่างลักษณะทั้งเป็นเส้นลวดม้วนเป็นขดหรือเป็นแท่ง มีทั้งลวดเปลือยและลวดที่มีสารพอกหุ้ม

3.1 ชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้า

3.2 โครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

3.3 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

3.4 สัญลักษณ์ลวดเชื่อม

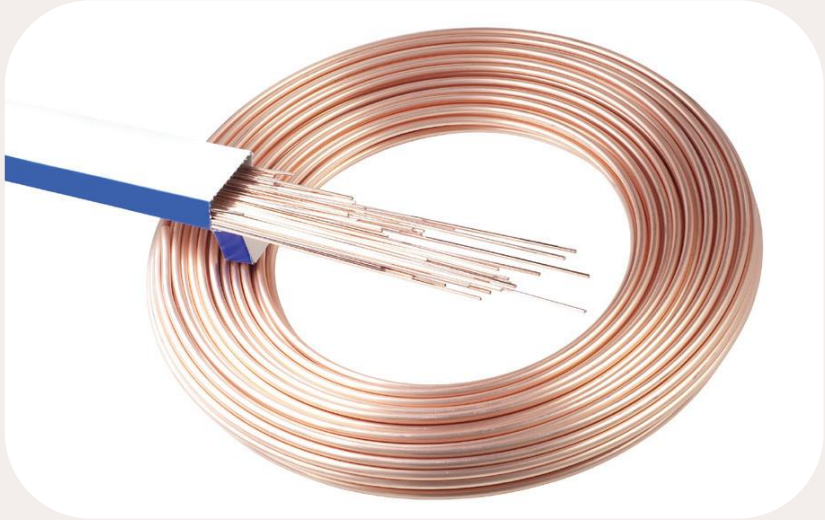
3.5 การเก็บรักษาลวดเชื่อมไฟฟ้า

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.1 ชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้า

ลวดเชื่อมไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. **ลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode)** เป็นลวดเชื่อมโลหะตัน มีลักษณะเป็นเส้นลวดหรือแท่งที่ไม่มีสารพอกหุ้มนอกจากสารเคลือบเพื่อป้องกันสนิม ซึ่งจะเป็นลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) และการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW) หรือการเชื่อมทิก



# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.1 ชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้า (ต่อ)

ลวดเชื่อมไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2. **ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode)** เป็นลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้มไว้รอบ ๆ แกนลวดเชื่อม เพื่อทำให้การอาร์กสม่ำเสมอขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อม ป้องกันแก๊สหรือธาตุต่าง ๆ ในบรรยากาศเข้ามารวมตัวกับรอยเชื่อม อีกทั้งช่วยปรับปรุงสมบัติของรอยเชื่อมให้ดีขึ้น

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 โครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

โครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. **แกนลวดเชื่อม (Core Wire)** เป็นแท่งโลหะแข็งที่ผ่านการขึ้นรูปโดยการหล่อหรือดึง (Drawing) ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมีเหมือนหรือใกล้เคียงกับโลหะชิ้นงานที่ต้องการเชื่อม ซึ่งผู้ผลิตลวดเชื่อมจะเป็นผู้กำหนดปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงในแกนลวดเชื่อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของลวดเชื่อมหรือสมบัติของรอยต่อที่ต้องการ แกนลวดเชื่อมมีหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟเชื่อมเพื่อทำให้เกิดการอาร์ก และเป็นโลหะป้อนเติมให้กับรอยต่อ

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 โครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

2. **ฟลักซ์ (Flux) หรือสารพอกหุ้ม** เป็นสารประกอบทางเคมีหลายชนิดและมีส่วนผสมที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ธาตุและสารประกอบต่าง ๆ ที่เป็นส่วนผสมของฟลักซ์จะให้ประโยชน์ต่อการเชื่อมที่แตกต่างกัน โดยฟลักซ์จะถูกอัดพอกหุ้มรอบแท่งแกนลวดเชื่อมเอาไว้ ฟลักซ์ที่ใช้หุ้มแกนลวดประกอบด้วยแร่ธาตุและสารเคมีหลายชนิด เช่น ซิลิคอนไดออกไซด์ (Silicon Dioxide) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium Carbonate) เซลลูโลส (Cellulose)

ฟลักซ์หรือสารพอกหุ้ม

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 โครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

### 2. ฟลักซ์ (Flux) หรือสารพอกหุ้ม

1) หน้าที่ของฟลักซ์หรือสารพอกหุ้ม เมื่อมีการเชื่อมเกิดขึ้นฟลักซ์ที่ใช้พอกหุ้มลวดเชื่อมจะหลอมละลายพร้อมกับลวดเชื่อมและทำหน้าที่ดังนี้

- ช่วยให้เกิดระบบการอาร์กที่ดี เช่น การอาร์กสม่ำเสมอ จุดประกายอาร์กได้ง่ายขึ้น ช่วยให้สมบัติการเชื่อมดีขึ้น
- ช่วยในการสร้างสแลก เช่น ช่วยให้หยดน้ำโลหะมีขนาดโตขึ้น ช่วยป้องกันไม่ให้แก๊สออกซิเจนในบรรยากาศเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อมขณะที่รอยเชื่อมกำลังเย็นตัวลง ช่วยปกคลุมรอยเชื่อมเพื่อไม่ให้รอยเชื่อมเย็นตัวเร็วเกินไป ช่วยให้เกิดเกล็ดรอยเชื่อมเรียบและมีผิวมัน และช่วยกำจัดสิ่งสกปรกในบ่อหลอมเหลวให้รวมตัวกันเป็นสแลก

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 โครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

### 2. ฟลักซ์ (Flux) หรือสารพอกหุ้ม (ต่อ)

1) หน้าที่ของฟลักซ์หรือสารพอกหุ้ม (ต่อ)

- ช่วยในการสร้างแก๊สป้องกันบ่อหลอมเหลว
- ช่วยเพิ่มธาตุโลหะบางชนิดลงไปในรอยเชื่อม
- ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีและทางกลให้กับรอยเชื่อม
- ช่วยเติมและรักษาสมบัติของธาตุที่ผสมอยู่และช่วยเพิ่มสมบัติของรอยเชื่อมตามต้องการ

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.2 โครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

**2. ฟลักซ์ (Flux) หรือสารพอกหุ้ม** (ต่อ)

2) สมบัติของฟลักซ์ ฟลักซ์ที่ดีควรมีสมบัติดังนี้

- มีความถ่วงจำเพาะต่ำ เพื่อให้สามารถลอยตัวขึ้นมาจากน้ำโลหะเหลวได้
- จะต้องหลอมละลายเมื่อเกิดการอาร์ก
- เมื่อหลอมละลายจะเกิดกลุ่มควัน ซึ่งเป็นแก๊สชนิดหนึ่งสำหรับป้องกันและขับไล่แก๊สจากภายนอกไม่ให้เข้าไปทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อม
- ต้องหุ้มแกนลวดได้แน่น โดยไม่แตกหรือหลุดจากแกนได้ง่าย

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.3 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

การใช้ลวดเชื่อมไฟฟ้าในวงการอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพดังนั้นจึงมีสถาบันหรือสมาคมซึ่งเป็นหน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานของลวดเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับของวงการอุตสาหกรรม แบ่งเป็นหลายมาตรฐานดังนี้

1. **มาตรฐานของสมาคมการเชื่อมของอเมริกา (American Welding Society; AWS)** เป็นหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐานทั้งลวดเชื่อมไฟฟ้าและลวดเชื่อมแก๊ส ตัวอย่างมาตรฐานลวดเชื่อม เช่น E6013, E6010, E7018, ER308L, RG60, RG45

2. **มาตรฐานของเอเอสทีเอ็ม (ASTM International)** เดิมเป็นที่รู้จักกันในชื่อ สมาคมการทดสอบและวัสดุอเมริกัน (American Society for Testing and Materials; ASTM) โดยเป็นสมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดและจัดทำมาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น E6010, E6013, E7018

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.3 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า (ต่อ)

3. **มาตรฐานขององค์กรมาตรฐานแห่งชาติของสหราชอาณาจักร (British Standards; BS)** ตัวอย่างมาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า เช่น E107, E217, E207
4. **มาตรฐานขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐานหรือไอโซ (International Organization for Standardization; ISO)** ตัวอย่างมาตรฐานลวดเชื่อม เช่น E234, R15, E2233, R12
5. **มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards; JIS)** ตัวอย่างมาตรฐานลวดเชื่อม เช่น JIS Z 3211-1991, JIS Z 3313-1993

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.3 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า (ต่อ)

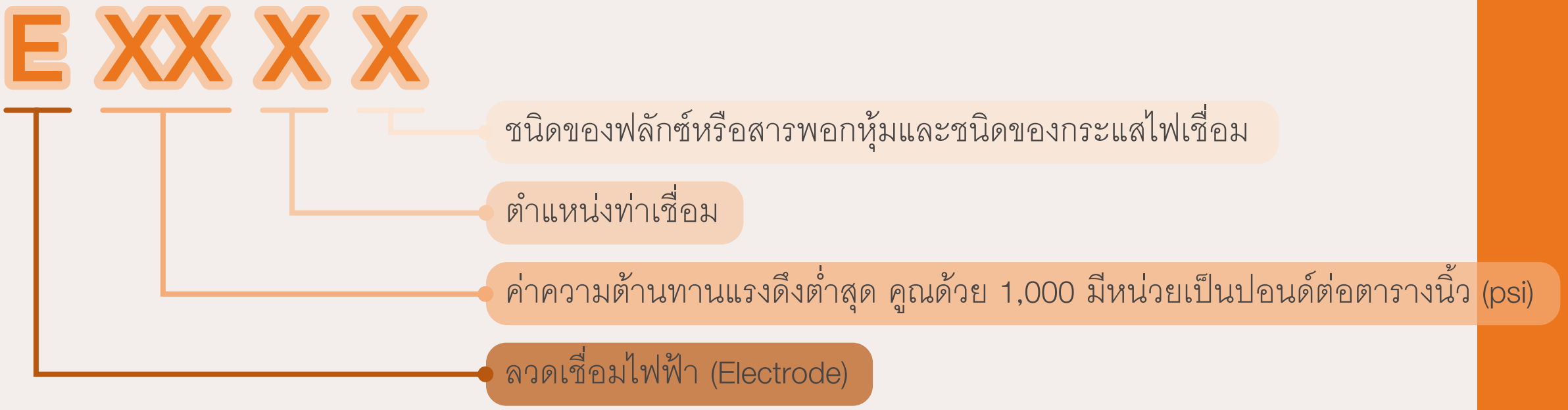
6. **มาตรฐานของสถาบันมาตรฐานแห่งประเทศเยอรมัน (Deutsches Institut für Normung; DIN)** ตัวอย่างมาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า เช่น D433 2AR7, DIN1913, E5122 RR11160

7. **มาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Industrial Standard; TIS)** เรียกอีกอย่างว่า มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ตัวอย่างมาตรฐานลวดเชื่อม เช่น มอก. 49-2557, มอก. 49-2538

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.4 สัญลักษณ์ลวดเชื่อม

ในหน่วยการเรียนรู้นี้จะอธิบายรายละเอียดมาตรฐานลวดเชื่อมของ AWS ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในประเทศไทยลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนเป็นลวดเชื่อมที่นิยมใช้กันมากโดยเฉพาะในงานโครงสร้างทั่วไป การกำหนดมาตรฐานลวดเชื่อมของ AWS ได้กำหนดสัญลักษณ์ลวดเชื่อมโดยใช้ตัวอักษรและตัวเลขดังนี้



# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.4 สัญลักษณ์ลวดเชื่อม (ต่อ)

**ตัวอย่าง** ลวดเชื่อมไฟฟ้า E6013

E หมายถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode)

60 หมายถึง ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 60 × 1,000 = 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)

1 หมายถึงเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อมคือท่าราบหรือแนวราบท่าระดับหรือท่าขนานนอนหรือแนวระดับ ท่าตั้งหรือแนวตั้ง และท่าเหนือศีรษะหรือแนวเหนือศีรษะ

3 หมายถึง ตัวเลขแสดงชนิดของฟลักซ์หรือสารพอกหุ้มและชนิดของกระแสไฟเชื่อมหรือสมบัติพิเศษของลวดเชื่อม

**ดังนั้น** ลวดเชื่อม E6013 เป็นลวดเชื่อมไฟฟ้าที่มีค่าความต้านทานแรงดึง 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) เชื่อมได้ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม ฟลักซ์ชนิดรูไทล์-โพแทสเซียม ใช้กระแสไฟ AC และ DCEP การอาร์กนิ่มนวล ซึมลึกน้อย

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.4 สัญลักษณ์ลวดเชื่อม (ต่อ)

ความหมายของตัวเลขตำแหน่งที่ 3 ในสัญลักษณ์ลวดเชื่อมไฟฟ้ามาตรฐาน AWS 5.1

| หมายเลข | ความหมาย |
|---|---|
| 1 | เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม คือท่าราบหรือแนวราบ ท่าระดับหรือท่าขนานนอนหรือแนวระดับ ท่าตั้งหรือแนวตั้ง และท่าเหนือศีรษะหรือแนวเหนือศีรษะ |
| 2 | เชื่อมได้เฉพาะท่าราบหรือแนวราบและท่าระดับหรือท่าขนานนอนหรือแนวระดับ |
| 3 | เชื่อมได้เฉพาะท่าราบหรือแนวราบเท่านั้น |

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.4 สัญลักษณ์ลวดเชื่อม (ต่อ)

ความหมายของตัวเลขตำแหน่งที่ 4 ในสัญลักษณ์ลวดเชื่อมไฟฟ้ามาตรฐาน AWS 5.1

| รหัส | ชนิดกระแสไฟ | การอาร์ก | การซึมลึก | ชนิดกระแสไฟ | ผงเหล็ก |
|---|---|---|---|---|---|
| EXX10 | DCEP | รุนแรง | มาก | เซลลูโลส-โซเดียม | 0-10% |
| EXXX1 | AC & DCEP | รุนแรง | มาก | เซลลูโลส-โพแทสเซียม | - |
| EXXX2 | AC & DCEN | ปานกลาง | ปานกลาง | รูไทล์-โซเดียม | 0-10% |
| EXXX3 | AC & DCEP & DCEN | นิ่มนวล | น้อย | รูไทล์-โพแทสเซียม | 0-10% |
| EXXX4 | AC & DCEP & DCEN | นิ่มนวล | น้อย | รูไทล์-ผงเหล็ก | 25-40% |
| EXXX5 | DCEP | ปานกลาง | ปานกลาง | ไฮโดรเจนต่ำ-โซเดียม | - |
| EXXX6 | AC or DCEP | ปานกลาง | ปานกลาง | ไฮโดรเจนต่ำ-โพแทสเซียม | - |
| EXXX8 | AC or DCEP | ปานกลาง | ปานกลาง | ไฮโดรเจนต่ำ-ผงเหล็ก | 25-40% |
| EXX20 | AC or DCEP & DCEN | ปานกลาง | ปานกลาง | เหล็กออกไซด์-โซเดียม | - |
| EXX24 | AC or DCEP & DCEN | นิ่มนวล | น้อย | รูไทล์-ผงเหล็ก | 50% |
| EXX27 | AC or DCEP & DCEN | ปานกลาง | ปานกลาง | เหล็กออกไซด์-ผงเหล็ก | 50% |
| EXX28 | AC or DCEP | ปานกลาง | ปานกลาง | ไฮโดรเจนต่ำ-ผงเหล็ก | 50% |

# 3. มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า

## 3.5 การเก็บรักษาลวดเชื่อมไฟฟ้า

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ควรเก็บไว้ในที่แห้ง ไม่เปียกหรืออับชื้น ควรแยกชนิด ขนาด และลักษณะการใช้งานให้ชัดเจน ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตของลวดเชื่อม ก่อนนำลวดเชื่อมมาใช้ควรอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 250 °C โดยใช้ระยะเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง ซึ่งในการอบลวดเชื่อมให้แห้งนั้นจะต้องควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบให้เหมาะสม เพราะการใช้อุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ในฟลักซ์เปลี่ยนไปเป็นผลทำให้เกิดข้อบกพร่องในรอยเชื่อม มีผลทำให้ความแข็งแรงของเหล็กลดลง

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.1 ความหมายของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ หมายถึงลักษณะที่ไม่ต้องการที่เกิดขึ้นในขณะทำการเชื่อมซึ่งจะส่งผลต่อรอยเชื่อมและประสิทธิภาพของชิ้นงานนั้น ๆ

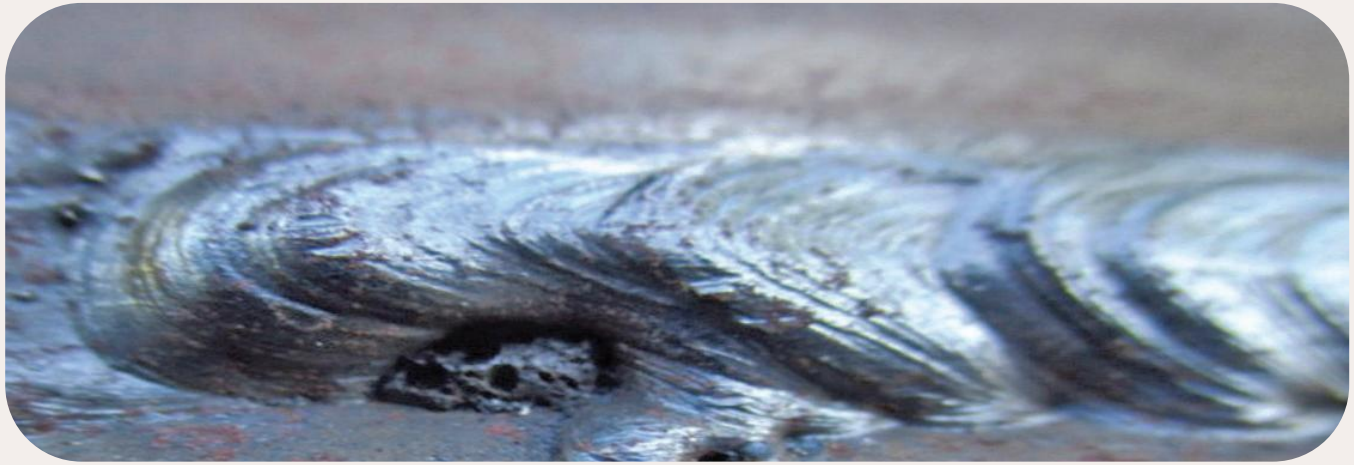
## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1. สแลกฝังในรอยเชื่อม
2. รูพรุน
3. การหลอมละลายไม่สมบูรณ์
4. รอยแหว่งขอบแนว
5. รอยเกย
6. การซึมลึกไม่สมบูรณ์
7. รอยเชื่อมไม่เต็ม
8. รอยร้าว

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

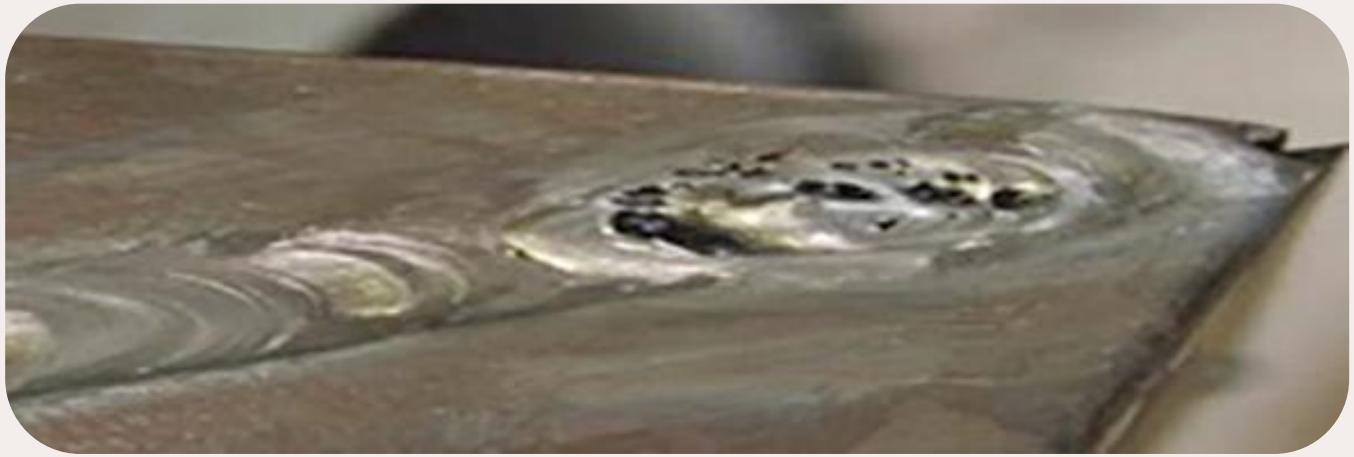
1. **สแลกฝังในรอยเชื่อม (Slag Inclusion)** เกิดจากการรวมตัวของสารที่ไม่ใช่โลหะฝังอยู่ในรอยเชื่อมหรือระหว่างรอยเชื่อมกับโลหะชิ้นงาน ซึ่งพบได้ในงานเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ อันเป็นผลมาจากความผิดพลาดทางด้านเทคนิคการเชื่อม การออกแบบที่ไม่ถูกต้อง หรือชิ้นงานสกปรก เพราะปกติสแลกจะลอยขึ้นสู่ผิวหน้าแต่บางครั้งอาจจะถูกปิดกั้นโดยน้ำโลหะทำให้ฝังตัวอยู่ในรอยเชื่อม



# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

2. **รูพรุน (Porosity)** เกิดจากแก๊สภายในรอยเชื่อมหรือวัสดุโลหะงานที่ไม่สามารถออกมาข้างนอกได้เนื่องจากการเย็นตัวของโลหะ อาจจะเป็นรูปร่างลักษณะต่าง ๆ เช่น ทรงกลม ทรงกระบอก ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการเย็นตัวของโลหะและอัตราความเร็วของแก๊สฟองอากาศซึ่งเป็นข้อบกพร่องในงานเชื่อมที่ไม่ค่อยเป็นอันตรายมากนัก



# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

2. **รูพรุน (Porosity)** รูพรุนที่เกิดขึ้นมีหลายลักษณะแตกต่างกันดังนี้

   1) รูพรุนตลอดแนว (Uniformly Porosity) จะมีลักษณะของรูพรุนที่กระจายตัวอยู่ทั่วไปทั้งภายในและภายนอก อาจเกิดจากเทคนิคการเชื่อมหรือวัสดุไม่ถูกต้อง หรือการเตรียมรอยต่อไม่ถูกต้อง วิธีป้องกันคือปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวอย่างช้า ๆ อาจจะทำให้แก๊สระเหยออกจากรอยเชื่อมได้ทัน

   2) รูพรุนเฉพาะที่ (Localized Porosity) รูพรุนแบบนี้จะอยู่บริเวณร่องของบากส่วนใหญ่จะเกิดตอนเริ่มต้น หรือรอยต่อของการเชื่อมไฟฟ้า

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

**2. รูพรุน (Porosity)** (ต่อ)

3) รูพรุนเชิงเส้น (Linear Porosity) เป็นรูพรุนที่เกิดขึ้นตามแนวยาว บ่อยครั้งจะเกิดบริเวณผิวหน้าของรอยเชื่อมและตรงรอยต่อระหว่างรอยเชื่อมกับวัสดุงาน หรือบริเวณใกล้รากของรอยเชื่อม ส่วนใหญ่เกิดจากความสกปรกของรอยต่อ

4) รูพรุนเป็นโพรง (Piping Porosity) มีรูปร่างโพรงยาวส่วนใหญ่เกิดบริเวณของรอยเชื่อมมุมหรือรอยเชื่อมแบบฟิลเล็ต (Fillet Weld) อาจจะทะลุขึ้นมาบนผิวรอยเชื่อมได้ หรืออยู่ภายใต้รอยเชื่อมได้ และอาจจะพบยาวมากในกรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้าสแลกคลุม (Electro-slag Welding)

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

3. **การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion)** เป็นผลมาจากเทคนิคการเชื่อม รวมถึงการเตรียมรอยต่อไม่ถูกต้อง การออกแบบรอยเชื่อมไม่ดี หรือเกิดจากการให้ความร้อนไม่เท่ากันในขณะเชื่อม หรือมีออกไซด์เกิดขึ้นในขณะหลอมละลาย

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

4. **รอยแหว่งขอบแนว (Undercut)** โดยปกติแล้วเกิดจากเทคนิคการเชื่อมหรือใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป รอยแหว่งขอบแนวส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณรอยต่อระหว่างรอยเชื่อมกับโลหะชิ้นงานทั้งด้านหน้าและด้านรากรอยเชื่อม รอยแหว่งขอบแนวนี้เป็นรอยบากซึ่งเป็นอันตรายเพราะจะเป็นแหล่งรวมความเค้น (Stress Concentrator) ในรอยเชื่อม

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

5. **รอยเกย (Overlap)** เป็นรอยเชื่อมบางส่วนเกยออกมาจากรอยเชื่อมซึ่งไม่หลอมละลาย อาจจะเกิดที่ด้านหน้าหรือด้านรากของรอยเชื่อม เป็นผลมาจากการควบคุมการเชื่อมไม่ดี วัสดุเติมไม่ถูกต้องหรือผิวหน้าของวัสดุมีออกไซด์

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

6. **การซึมลึกไม่สมบูรณ์ (Incomplete Penetration)** เกิดจากความร้อนไม่เพียงพอหรือการออกแบบไม่ถูกต้อง เช่น บริเวณรอยต่อหนาเกินไปสำหรับรอยต่อที่ต้องการเชื่อมให้ซึมลึกตลอดความหนา อาจจะออกแบบให้เชื่อมข้างหลัง โดยก่อนที่จะเชื่อมข้างหลังต้องมีการเซาะร่องหรือเจียระไนก่อน หรืออาจจะออกแบบโดยใช้แผ่นรองด้านหลัง

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

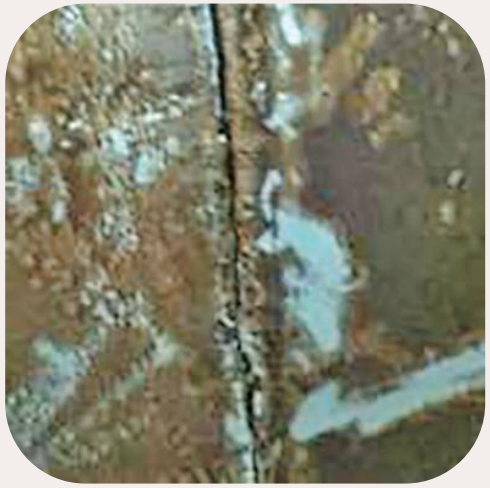
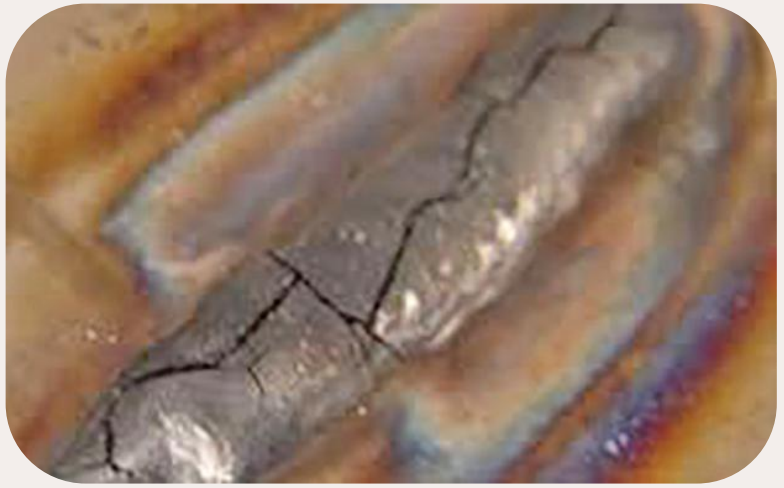
## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

7. **รอยเชื่อมไม่เต็ม (Underfill)** อาจเกิดขึ้นที่ด้านหน้าหรือด้านรากรอยเชื่อม เป็นผลมาจากช่างเชื่อมไม่เติมให้เต็มหรือเชื่อมไม่ถูกต้องตามแผนการเชื่อม

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

8. **รอยร้าว (Crack)** สามารถเกิดขึ้นได้ในเนื้อเชื่อมและโลหะชิ้นงาน จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับความเค้นสูงเหนือจุดความแข็งแรงของวัสดุ รอยร้าวที่ขนานกับแกนของรอยเชื่อม เรียกว่า รอยร้าวตามยาว อาจจะเกิดกลางรอยเชื่อมหรือในเขตที่มีผลกระทบจากความร้อน (HAZ) ใกล้กับรอยเชื่อม ส่วนรอยร้าวตามขวางจะเกิดตั้งฉากกับรอยเชื่อม อาจจะแตกอยู่ภายในรอยเชื่อม หรือเลยออกมาทางเขตที่ผลกระทบจากความร้อนในโลหะชิ้นงาน ในบางครั้งรอยร้าวตามขวางจะเกิดที่โลหะชิ้นงานแต่ไม่ร้าวที่รอยเชื่อม

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

8. **รอยร้าว (Crack)** รอยร้าวแบ่งได้เป็น 7 ลักษณะ ดังนี้

1) รอยร้าวตามยาว (Longitudinal Cracks) อาจเกิดได้ในการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (SAW) เพราะใช้ความเร็วในการเชื่อมสูง หรือบางครั้งอาจจะมีโพรงหนอน (Wormhole) อยู่ภายใต้รอยเชื่อม รอยร้าวตามยาวจะเกิดกับรอยเชื่อมขนาดเล็กกับชิ้นงานที่มีความหนามาก ๆ เพราะมีอัตราความเร็วของการเย็นตัวสูง

2) รอยร้าวตามขวาง (Transverse Cracks) สาเหตุเกิดจากการหดตัวตามความยาวของรอยเชื่อม ส่วนใหญ่จะเกิดกับวัสดุที่เปราะ

3) รอยร้าวที่บ่อหลอมเหลว (Crater Cracks) มักจะเกิดขึ้นบริเวณบ่อหลอมเหลวตรงจุดหยุดลวดเชื่อม บางครั้งอาจจะแตกเป็นรูปดาว หรือรูปร่างอื่น ๆ เช่น ตาข่าย ซึ่งจะเป็นรอยร้าวแบบตื้น ๆ เท่านั้น และเป็นรอยร้าวแบบร้อน

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

### 8. รอยร้าว (Crack) (ต่อ)

4) รอยร้าวที่โทรด (Throat Cracks) จะเป็นรอยร้าวยาวตามทิศทางของรอยเชื่อม ที่ปรากฏบนผิวหน้ารอยเชื่อม ปกติจะเป็นรอยร้าวแบบร้อนแต่ก็ไม่เสมอไป

5) รอยร้าวที่โท (Toe Cracks) โดยทั่ว ๆ ไปจะเป็นรอยร้าวแบบเย็น มีสาเหตุจากความเครียดในการหดตัว จะเกิดบริเวณรอยต่อระหว่างรอยเชื่อมกับโลหะงาน เป็นผลมาจากการหดตัวบริเวณที่มีผลกระทบเนื่องจากความร้อน บางครั้งเกิดจากโลหะชิ้นงานไม่มีสมบัติทนแรงดึงตามขวาง

6) รอยร้าวที่ราก (Root Cracks) จะเป็นรอยร้าวตามยาวที่รากของรอยเชื่อมอาจเป็นรอยร้าวแบบร้อนหรือรอยร้าวแบบเย็นก็ได้

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

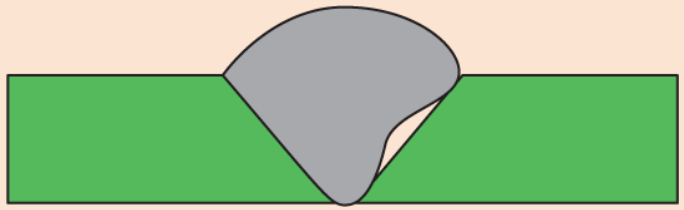
## 4.2 ชนิดของข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ)

### 8. รอยร้าว (Crack) (ต่อ)

7) รอยร้าวใต้แนวเชื่อมและเขตที่มีผลกระทบเนื่องจากความร้อน (Under Bead and Heat Affected Zone Cracks) จะเป็นรอยร้าวแบบเย็นในเขตที่มีผลกระทบเนื่องจากความร้อนของเนื้อโลหะงาน ปกติจะเกิดขึ้นเป็นช่วงสั้น ๆ แต่ก็อาจเกิดการร้าวต่อเนื่องได้เช่นกัน รอยร้าวใต้แนวเชื่อมอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากแก๊สไฮโดรเจนทำให้โครงสร้างมีความเปราะสูงและความเค้นตกค้าง ปกติจะร้าวใต้แนวเชื่อมในบริเวณเขตที่มีผลกระทบจากความร้อนเนื่องจากมีความเค้นสูง

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.3 ลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไข

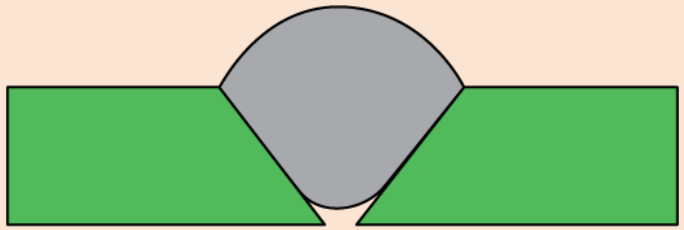


**การหลอมละลายไม่สมบูรณ์**
**(Incomplete Fusion)**

| สาเหตุ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|
| 1. ปรับกระแสไฟต่ำเกินไป | 1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง |
| 2. ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง | 2. ปรับการเดินลวดเชื่อมให้ถูกต้อง |
| 3. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท | 3. ใช้ลวดเชื่อมให้ถูกต้อง |
| 4. ระยะอาร์กยาวเกินไป | 4. ใช้ระยะอาร์กให้ถูกต้อง |

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.3 ลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไข (ต่อ)



**การซึมลึกไม่สมบูรณ์**
**(Incomplete Penetration)**

| สาเหตุ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|
| 1. ปรับกระแสไฟต่ำเกินไป | 1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง |
| 2. เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป | 2. เดินลวดเชื่อมให้ช้าลง |
| 3. ใช้ลวดเชื่อมขนาดโตเกินไป | 3. เลือกขนาดลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับความหนาของงาน |
| 4. ชิ้นงานสกปรก | 4. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม |
| 5. ช่องเว้นรอยต่อน้อยเกินไป | 5. ปรับระยะรอยต่อให้เหมาะสม |

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

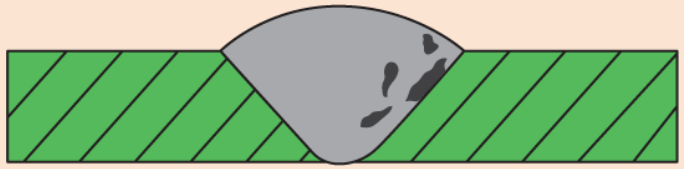
## 4.3 ลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไข (ต่อ)

**รูพรุน**
**(Porosity)**

| สาเหตุ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|
| 1. ใช้ระยะอาร์กสั้นเกินไป | 1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง |
| 2. เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป | 2. เดินลวดเชื่อมให้เหมาะสม |
| 3. เดินลวดเชื่อมช้าเกินไป | 3. เดินลวดเชื่อมให้เหมาะสม |
| 4. มีความชื้นในฟลักซ์หุ้มลวดเชื่อม | 4. อบลวดเชื่อมตามอุณหภูมิที่กำหนด |
| 5. ชิ้นงานสกปรก | 5. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม |

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.3 ลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไข (ต่อ)



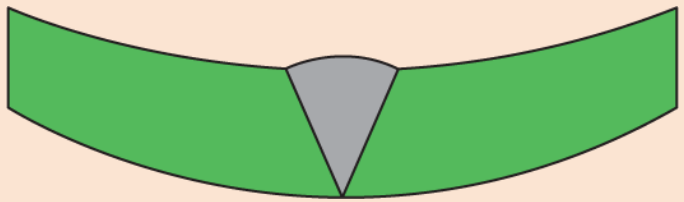
**สแลกฝังในรอยเชื่อม**

**(Slag Inclusion)**

| สาเหตุ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|
| 1. ใช้ระยะอาร์กสั้นเกินไป | 1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง |
| 2. เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป | 2. เดินลวดเชื่อมให้เหมาะสม |
| 3. เดินลวดเชื่อมช้าเกินไป | 3. เดินลวดเชื่อมให้เหมาะสม |
| 4. มีความชื้นในฟลักซ์หุ้มลวดเชื่อม | 4. อบลวดเชื่อมตามอุณหภูมิที่กำหนด |
| 5. ชิ้นงานสกปรก | 5. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม |

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.3 ลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไข (ต่อ)

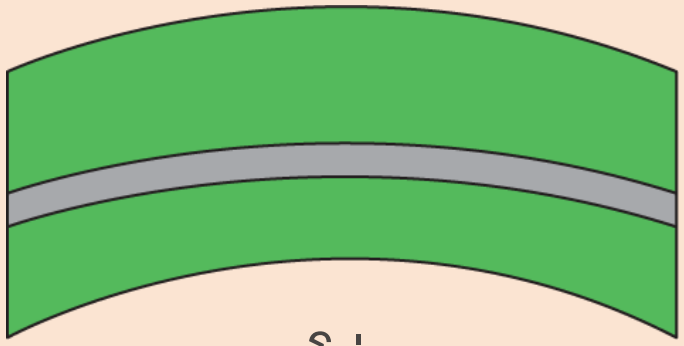


การบิดงอ
(Distortion)

| สาเหตุ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|
| 1. การให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอ | 1. เชื่อมยึดหรือใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานไว้ |
| 2. ให้ความร้อนมากเกินไป | 2. ระหว่างเตรียมงานเผื่อระยะที่จะหดหรือขยายตัวไว้ |
| 3. เตรียมรอยต่อไม่เหมาะสม | 3. การขจัดความเครียดออกจากชิ้นงานซึ่งผ่านการอัดหรือแปลงรูปมาก่อนจะช่วยลดการบิดได้ |

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.3 ลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไข (ต่อ)

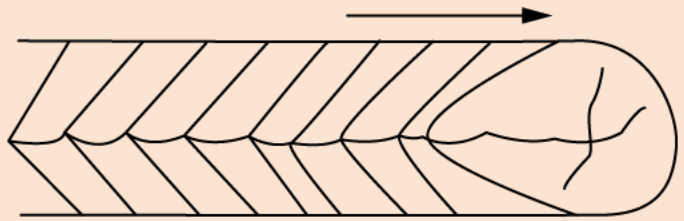


การโก่งงอ
(Warping)

| สาเหตุ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|
| 1. รอยเชื่อมหดตัว | 1. เลือกลวดเชื่อมที่สามารถเชื่อมได้เร็วและการซึมลึกปานกลาง |
| 2. ให้ความร้อนที่จุดใดจุดหนึ่งบนรอยต่อมากเกินไป | 2. พยายามเชื่อมให้เร็ว |
| 3. เตรียมรอยต่อไม่เหมาะสม | 3. ไม่ควรเผื่อช่องว่างระหว่างงานให้มากเกินไป |
| 4. การยึดชิ้นงานไม่ดี | 4. จับยึดชิ้นงานให้แน่น |

# 4. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

## 4.3 ลักษณะของข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีการแก้ไข (ต่อ)



**รอยร้าวที่บ่อหลอมเหลว**
**(Crater Cracks)**

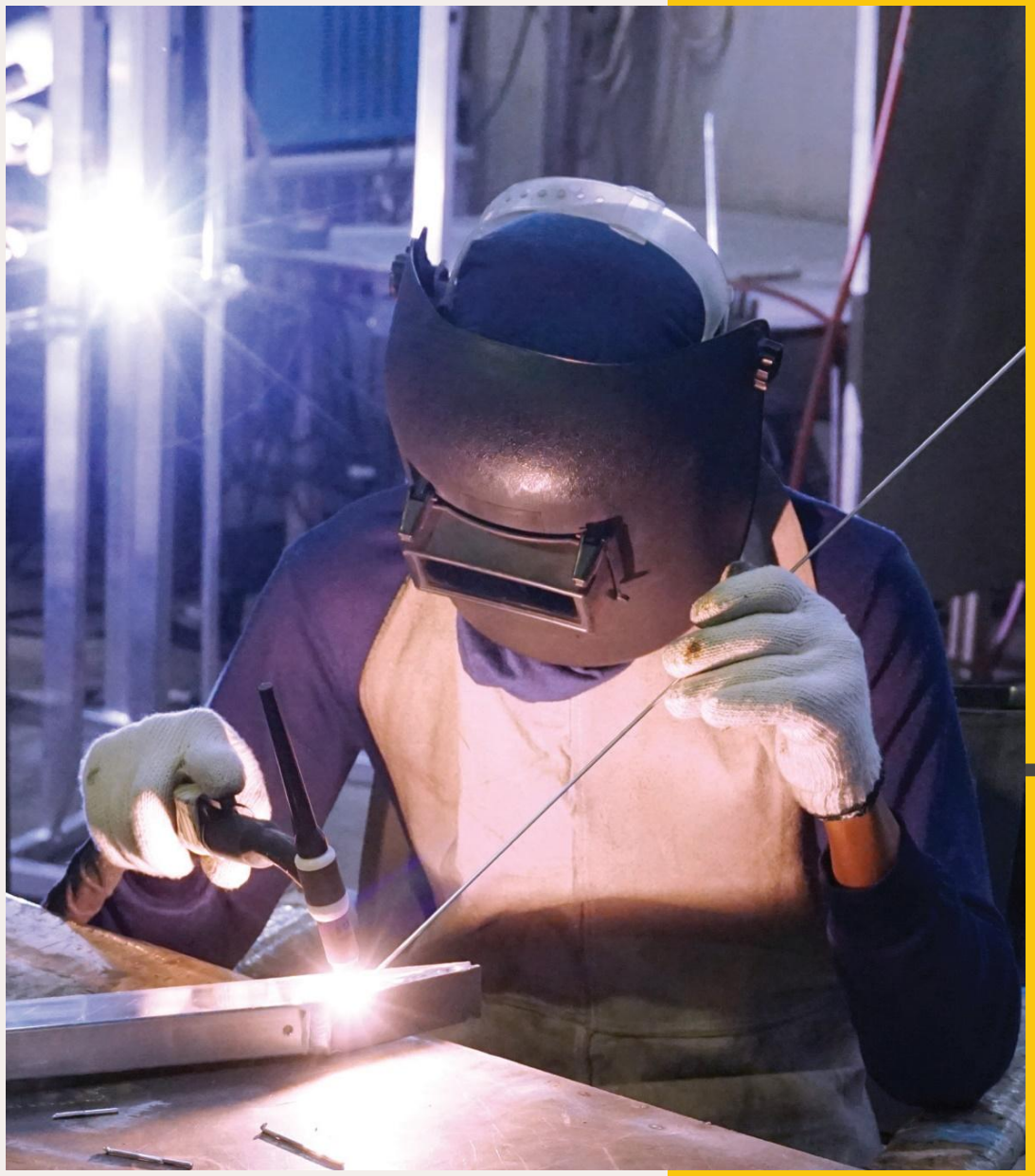
| สาเหตุ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|
| 1. เดินลวดเชื่อมไม่ถูกวิธี | 1. เดินลวดเชื่อมย้อนกลับเล็กน้อยเมื่อถึงปลายรอยเชื่อม |
| 2. ใช้ระยะอาร์กยาวเกินไปขณะถึงปลายรอยเชื่อม (จะเกิดขึ้นกับการเชื่อมชิ้นงานบางและแนวฟิลเล็ตที่เว้าเข้า) | 2. ใช้ระยะอาร์กให้ชิดกว่าปกติเมื่อถึงปลายรอยเชื่อม |

# สรุป

ในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง การปรับกระแสไฟที่เหมาะสมกับงาน การควบคุมความเร็วในการเดินลวดเชื่อม รวมถึงการตั้งมุมของลวดเชื่อมที่ถูกต้องเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีและสมบูรณ์

ทั้งนี้ต้องพิจารณาชนิดรอยต่อและรอยเชื่อมต่าง ๆ ที่จะใช้ในงานเชื่อม ส่วนตำแหน่งท่าเชื่อมซึ่งเป็นลักษณะของตำแหน่งท่าเชื่อมพื้นฐานตามมาตรฐาน AWS แบ่งออกเป็น 4 ท่าเชื่อม ได้แก่ ท่าราบ ท่าระดับ ท่าตั้ง และท่าเหนือศีรษะ ในส่วนของลวดเชื่อมไฟฟ้าก็ใช้มาตรฐาน AWS เช่นเดียวกัน โดยจะใช้สัญลักษณ์เป็นตัวอักษรและตัวเลขแทนสมบัติและคุณลักษณะของลวดเชื่อม

ข้อบกพร่องที่สามารถพบเห็นได้ในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เช่น สแลกฝังในรอยเชื่อม รูพรุน การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ รอยแหว่งขอบแนว รอยเกย การซึมลึกไม่สมบูรณ์ รอยเชื่อมไม่เต็ม หรือรอยร้าว ซึ่งจะส่งผลต่อรอยเชื่อมและประสิทธิภาพของชิ้นงานผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องหาสาเหตุของข้อบกพร่องนั้นแล้วจึงทำการแก้ไขเพื่อให้ชิ้นงานสมบูรณ์



# ความรู้เบื้องต้นในงานเชื่อมแก๊ส

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

# สาระสำคัญ

งานเชื่อมแก๊สเป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะแบบหลอมละลายให้โลหะติดกัน โดยใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งให้อุณหภูมิสูงถึง 6,300 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 3,482 องศาเซลเซียส ซึ่งจะหลอมละลายโลหะให้ติดกัน อาจเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ นิยมใช้แก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีนในการเชื่อม เนื่องจากแก๊สสองชนิดนี้เมื่อรวมตัวกันแล้วจะมีสมบัติในการให้ความร้อนสูง

# สาระการเรียนรู้

01 ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

02 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

03 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

# สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นในงานเชื่อมแก๊ส

# จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊สได้
2. จำแนกชนิดเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้
3. บอกหน้าที่การใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้
4. ปฏิบัติงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สและการตรวจสอบรอยรั่วได้

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.1 ความหมายของความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส หมายถึงพฤติกรรมและสภาพที่ปลอดจากอุบัติภัยหรืออุบัติเหตุ อันอาจเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต หรือทรัพย์สินในขณะปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส การปลูกฝังนิสัยเพื่อการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยมีความจำเป็นสำหรับทุกคน ควรมีป้ายติดไว้ในบริเวณโรงฝึกงานของสถานศึกษาหรือโรงงานต่าง ๆ เพื่อเตือนสติผู้ปฏิบัติงานให้ตระหนักถึงความปลอดภัยอยู่เสมอ ๆ โดยผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สให้เข้าใจเป็นอย่างดี รวมถึงขั้นตอนและกระบวนการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง และต้องปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยของโรงงานอย่างเคร่งครัด

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.2 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

### 1. ด้านผู้ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส

1) ควรสวมแว่นตากรองแสงหรือหน้ากากเชื่อมทุกครั้งที่ปฏิบัติการเชื่อม แว่นตาที่เหมาะกับการเชื่อมแก๊สควรใช้เบอร์ 4-5

2) สวมที่ปิดจมูกเพื่อป้องกันอันตรายจากควันเชื่อมและฝุ่นเชื่อม รวมถึงควันพิษจากการเชื่อมขณะปฏิบัติงาน

3) สวมเสื้อหนัง ถุงมือหนัง และปลอกแขนทุกครั้งเพื่อป้องกันความร้อน ในขณะที่ทำการเชื่อมแก๊ส

4) สวมรองเท้านิรภัยทุกครั้งเพื่อป้องกันความร้อนและป้องกันสะเก็ด-ไฟเชื่อมหรือโลหะกระเด็นใส่ขณะปฏิบัติงาน

5) ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมไม่ควรใช้สายเชื่อมแก๊สพาดลำตัวหรือพาดไหล่ เพราะถ้าแก๊สรั่วอาจจะทำให้ถูกไฟไหม้ได้

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.2 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

### 2. ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้งานเชื่อมแก๊ส

1) เมื่อมีการเคลื่อนย้ายถังแก๊ส ควรปิดฝาครอบถังแก๊สก่อนที่จะเคลื่อนย้ายและห้ามเคลื่อนย้ายถังแก๊สโดยการกลิ้งแนวนอนกับพื้น เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายได้

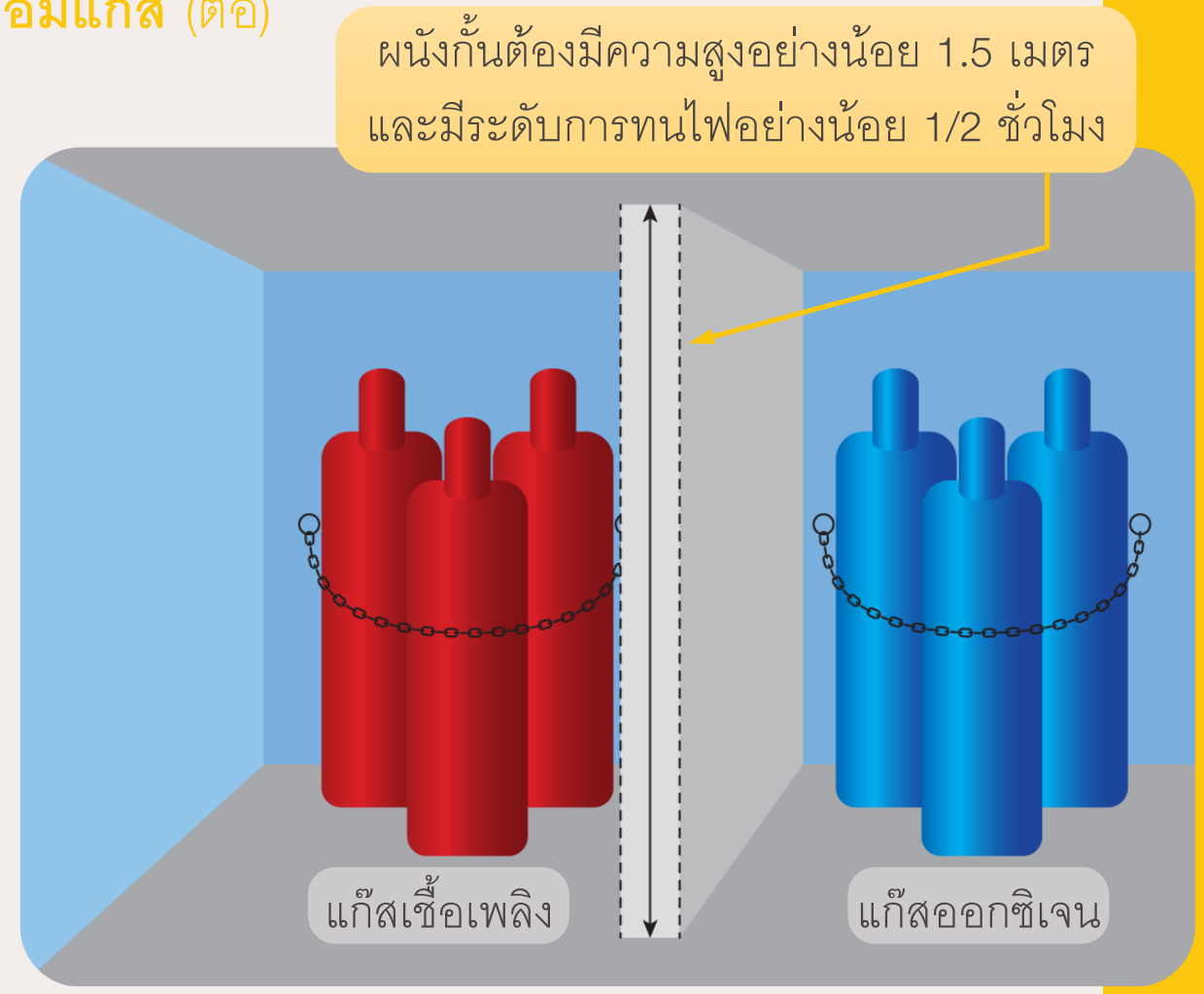
2) ห้ามใช้น้ำมันหรือจาระบีกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานเชื่อมแก๊ส เพราะอาจทำให้เกิดการระเบิดได้

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.2 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

**2. ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส** (ต่อ)

3) การเก็บถังแก๊สต้องห่างจากสาร-ไวไฟอย่างน้อย 25 ฟุต หรือประมาณ 7.6 เมตร โดยถังแก๊สควรอยู่ในตำแหน่งตั้งตรงและมีโซ่คล้องหรือยึดให้แน่นอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันถังล้ม



# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.2 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

### 3. ด้านบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส

1) ในบริเวณโรงฝึกงานหรือโรงงานจะต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิงที่สามารถหยิบใช้ได้ง่ายเมื่อเกิดเพลิงไหม้ และควรตั้งสูงจากพื้นไม่เกิน 1.5 เมตร

2) การปฏิบัติงานเชื่อมในห้องที่แคบ ๆ จะต้องมีอากาศเพียงพอ สามารถระบายอากาศได้ดี อย่าให้อับทึบจนระบายอากาศไม่ได้ เพราะจะทำให้ไม่มีอากาศหายใจ

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.2 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

### 3. ด้านบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

3) การปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สควรเชื่อมงานบนพื้นอิฐทนความร้อน ไม่ควรเชื่อมแก๊สบนพื้นคอนกรีตเพราะเมื่อคอนกรีตได้รับความร้อนมาก ๆ จะขยายตัวและระเบิดแตกกระเด็นออกมา อาจทำให้ตาบอดได้

4) อย่าปฏิบัติงานเชื่อมใกล้กับถังแก๊สเพราะความร้อนที่เกิดจากการเชื่อมจะทำให้แก๊สภายในถังขยายตัวและอาจเกิดการระเบิดได้ อย่างน้อยควรห่างประมาณ 1.5 เมตร

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.2 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

### 4. ด้านการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส

1) ก่อนทำการเชื่อมแก๊สควรตรวจสอบสายเชื่อมว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่ ในกรณีที่สายแก๊สรั่วประกายไฟจากการเชื่อมอาจกระเด็นลงไปทำให้เกิดการลุกไหม้ได้

2) ไม่ควรเปิดวาล์วถังแก๊สอะเซทิลีน เกิน 1 รอบ ควรเปิดวาล์ว 1/4-1/2 รอบ หากเปิดให้แก๊สอะเซทิลีนไหลออกในปริมาณมาก อาจทำให้เกิดการระเบิดได้

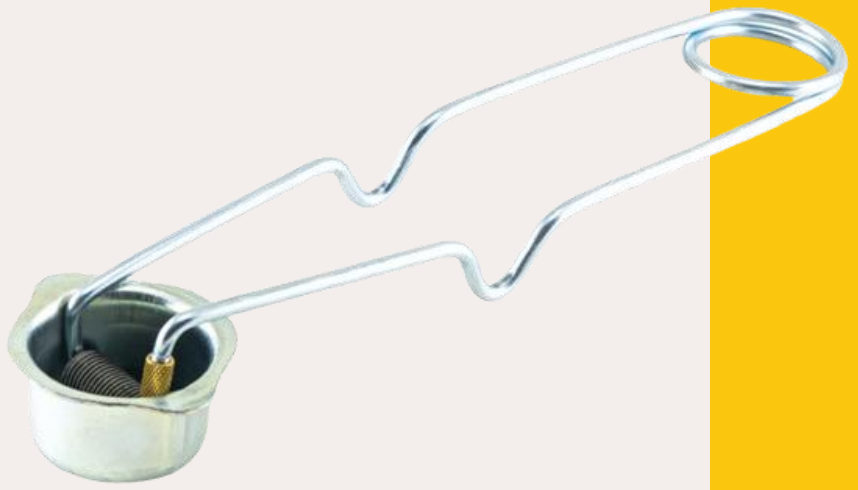
3) คาประแจไว้ที่หัวถังแก๊สอะเซทิลีนเสมอ หากเกิดการลุกไหม้หรือรั่วไหลของแก๊ส บริเวณสายเชื่อมจะสามารถปิดได้ทันท่วงที

# 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

## 1.2 ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

### 4. ด้านการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

4) ควรจุดเปลวไฟด้วยอุปกรณ์จุดเปลวไฟ (Spark Lighter) ห้ามจุดไฟด้วยไม้ขีดไฟหรือไฟแช็กเพราะอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมได้ และห้ามจุดเปลวไฟต่อจากเพื่อนหรือห้ามจุดกับงานที่ร้อน



5) เมื่อปฏิบัติงานเชื่อมแล้วเสร็จ ควรปิดวาล์วถังแก๊สออกซิเจนและถังแก๊สอะเซทิลีน เก็บสายเชื่อมแก๊สให้เรียบร้อย และตรวจดูบริเวณที่ปฏิบัติงานโดยรอบว่ามีไฟลุกไหม้อยู่หรือไม่

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.1 ถังบรรจุแก๊ส

1. **ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder)** มีลักษณะเป็นท่อ ไม่มีรอยแนวเชื่อมหรือตะเข็บเนื่องจากเป็นเหล็กชิ้นเดียวกัน ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) โดยการอัดขึ้นรูปแล้วนำไปอบคืนตัวเพื่อให้มีความเหนียวและลดความเครียดที่เกิดขึ้นในเนื้อโลหะ ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนมีความหนาประมาณ 8 mm มีหลายขนาด ในประเทศไทยนิยมใช้ขนาดบรรจุ 220 $ft^3$ (6.23 $m^3$) การบรรจุแก๊สออกซิเจนจะอัดด้วยความดันประมาณ 2,200 psi ที่อุณหภูมิ 70 °F (20.11 °C) ถังบรรจุทุกถังจะต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพความแข็งแรงด้วยการอัดฉีดโดยใช้แรงดันสูงประมาณ 3,360 psi ภายนอกตัวถังจะทาด้วยสีเขียวหรือสีดำ ส่วนบริเวณคอถังจะมีตัวอักษร $O_2$ เพื่อแสดงว่าเป็นแก๊สออกซิเจน

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.1 ถังบรรจุแก๊ส (ต่อ)

### 1. ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder) (ต่อ)

สำหรับวาล์วถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder Valve) จะประกอบอยู่ด้านบนของถัง ทำหน้าที่เป็นวาล์วสำหรับเปิด-ปิดถังแก๊สออกซิเจน เพื่อให้แก๊สออกซิเจนไหลออกจากถังเมื่อต้องการใช้งาน โดยออกแบบไว้เป็นพิเศษให้สามารถทนต่อความดันสูงภายในถัง ซึ่งวาล์วเปิด-ปิดทำจากทองเหลืองตีอัดขึ้นรูป ภายในวาล์วจะมีซีล (Seal) สำหรับป้องกันแก๊สรั่วกั้นอยู่ดังนี้

1) ซีลหลัก (Main Seating Seal) ทำหน้าที่เปิด-ปิดแก๊สโดยตรงเมื่อต้องการนำแก๊สออกมาใช้งาน

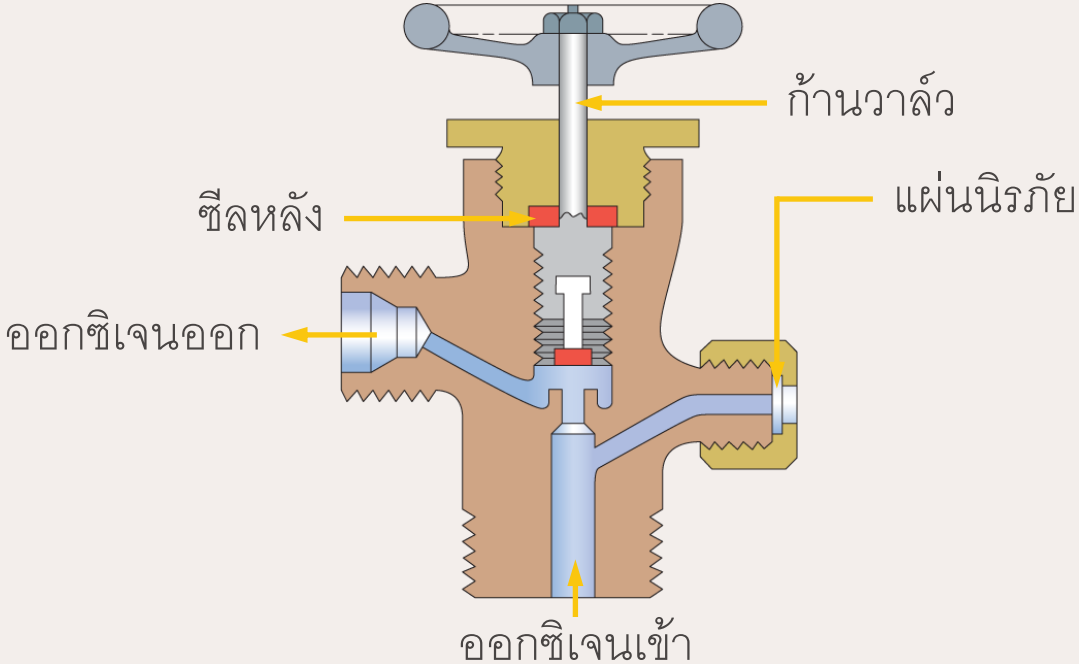
2) ซีลหลัง (Back Seating Seal) ทำหน้าที่ป้องกันออกซิเจนรั่วไหลบริเวณรอบ ๆ ก้านวาล์วเปิด-ปิดขณะทำการเปิดแก๊ส

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.1 ถังบรรจุแก๊ส (ต่อ)

### 1. ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder) (ต่อ)

3) แผ่นนิรภัย (Safety Release Disc) เป็นแผ่นสำหรับรองรับแรงดัน ทำหน้าที่เปิดทางให้แก๊สออกเมื่อความดันภายในถังสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ และปล่อยให้แก๊สออกซิเจนไหลออกเพื่อรักษาระดับความดันภายในถังแก๊ส



# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

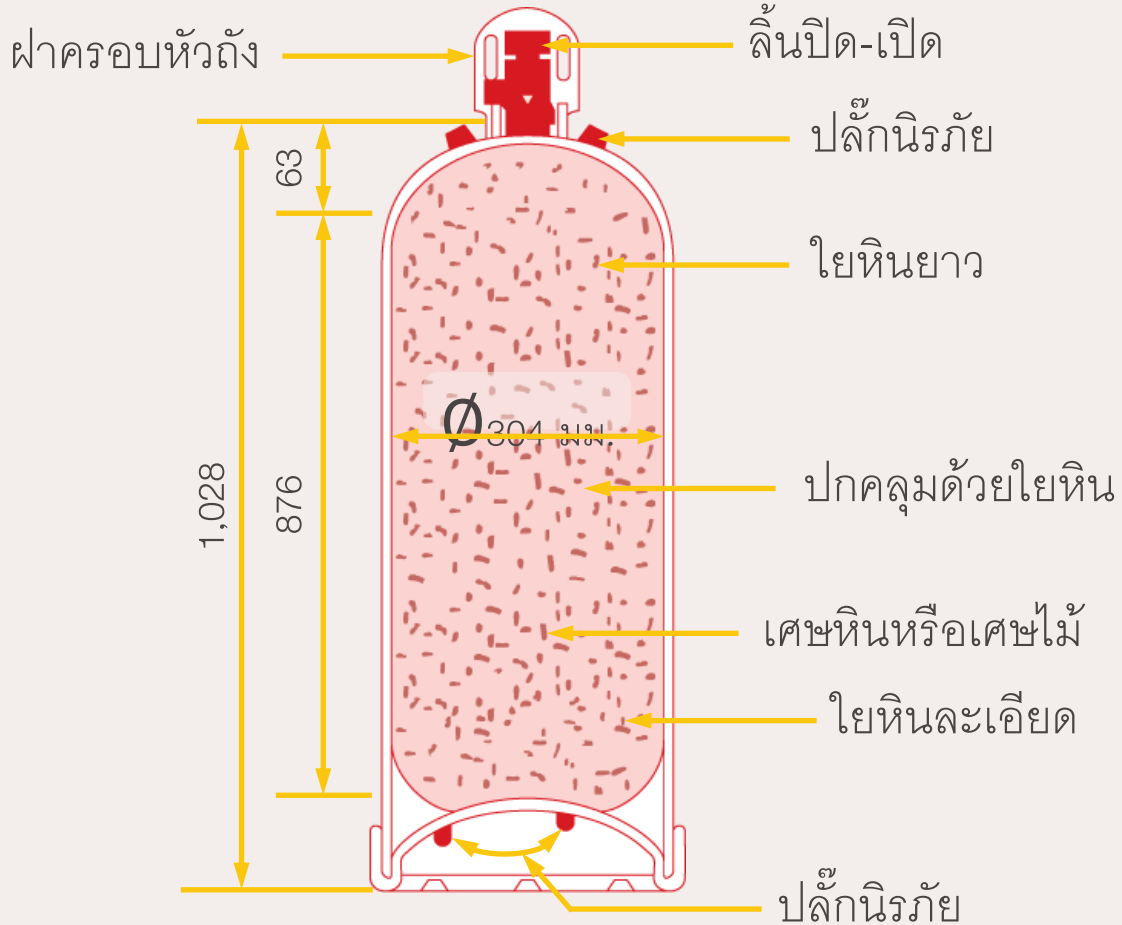
## 2.1 ถังบรรจุแก๊ส (ต่อ)

2. **ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder)** ผลิตขึ้นจากการม้วนแผ่นโลหะและเชื่อมประกอบติดกันเป็นถังแก๊ส ตัวถังไม่จำเป็นต้องอัดขึ้นรูปเหมือนกับถังบรรจุแก๊สออกซิเจน เนื่องจากการบรรจุแก๊สลงในถังจะใช้ความดันที่ต่ำกว่าการบรรจุแก๊สออกซิเจน ซึ่งภายในถังจะบรรจุไว้ด้วยวัสดุที่มีรูพรุน เช่น ไม้บัลซา (Balsa Wood) ถ่าน แร่ใยหิน หรือแอสเบสทอส (Asbestos) เพื่อดูดซับแอซีโทน (Acetone) เหลว ซึ่งแอซีโทนเหลวนี้สามารถดูดซับแก๊สอะเซทิลีนคล้ายกับสำลีดูดซับน้ำ ดังนั้นถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนสามารถบรรจุแก๊สอะเซทิลีนที่แรงดันสูงถึง 300 psi บริเวณตัวถังจะทาด้วยสีเหลืองหรือสีน้ำตาล ส่วนบริเวณคอถังจะมีอักษร $C_2H_2$ เพื่อแสดงว่าเป็นแก๊สอะเซทิลีน

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.1 ถังบรรจุแก๊ส (ต่อ)

### 2. ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder) (ต่อ)



# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.2 ฝาครอบหัวถัง (Safety Cap)

มีลักษณะคล้ายถ้วย มีเกลียวภายในสำหรับขันยึดกับเกลียวที่คอของถังแก๊สทั้งสอง โดยปกติจะเป็นเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 1/8 in มีระยะฟันเกลียวขนาด 7 หรือ 11 tpi สำหรับฝาครอบถังแก๊สออกซิเจนจะมีสีดำ มีเกลียวหมุนขวา ส่วนฝาครอบถังแก๊สอะเซทิลีนจะมีสีเหลืองหรือน้ำตาล มีเกลียวหมุนซ้าย ทำหน้าที่ป้องกันวาล์วจากอุบัติเหตุถังล้มหรือถังชำรุดจากการขนส่ง ซึ่งอาจทำให้แก๊สออกซิเจนหรือแก๊สอะเซทิลีนภายในถังไหลออกมาเกิดการเผาไหม้ได้ หรือส่งผลให้ถังพุ่งอันนื่องมาจากแรงดันภายในถัง ซึ่งอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บได้

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (Gas Regulator)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในงานเชื่อมแก๊ส ทำหน้าที่วัดระดับความดันแก๊สที่อยู่ภายในถังและความดันแก๊สที่นำมาใช้งาน และช่วยให้แก๊สที่ไหลออกมาสามารถใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ ถึงแม้ว่าความดันภายในถังจะมีการเปลี่ยนแปลงไปก็ตาม ซึ่งต้องเลือกใช้ให้ตรงกับชนิดของถังบรรจุแก๊สเนื่องจากไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้

1. **หน้าที่ของอุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส** มีดังนี้

    1) ลดความดันจากแหล่งกำเนิดที่สูงให้ต่ำลงเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้

    2) สามารถปรับตั้งระดับความดันได้ตามต้องการ

    3) ควบคุมอัตราการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ

    4) ป้องกันไฟวาบย้อนกลับเข้าถังแก๊ส

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (Gas Regulator) (ต่อ)

**2. ชนิดของอุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส** แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1) อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจน (Oxygen Gas Regulator) ประกอบด้วย

(1) เกจวัดความดันสูง (High Pressure Gauge) ทำหน้าที่วัดความดันภายในถังแก๊สออกซิเจนเพื่อให้ทราบปริมาณของแก๊ส เกจวัดความดันสูงของแก๊สออกซิเจนจะวัดความดันได้สูงถึง 3,000 psi

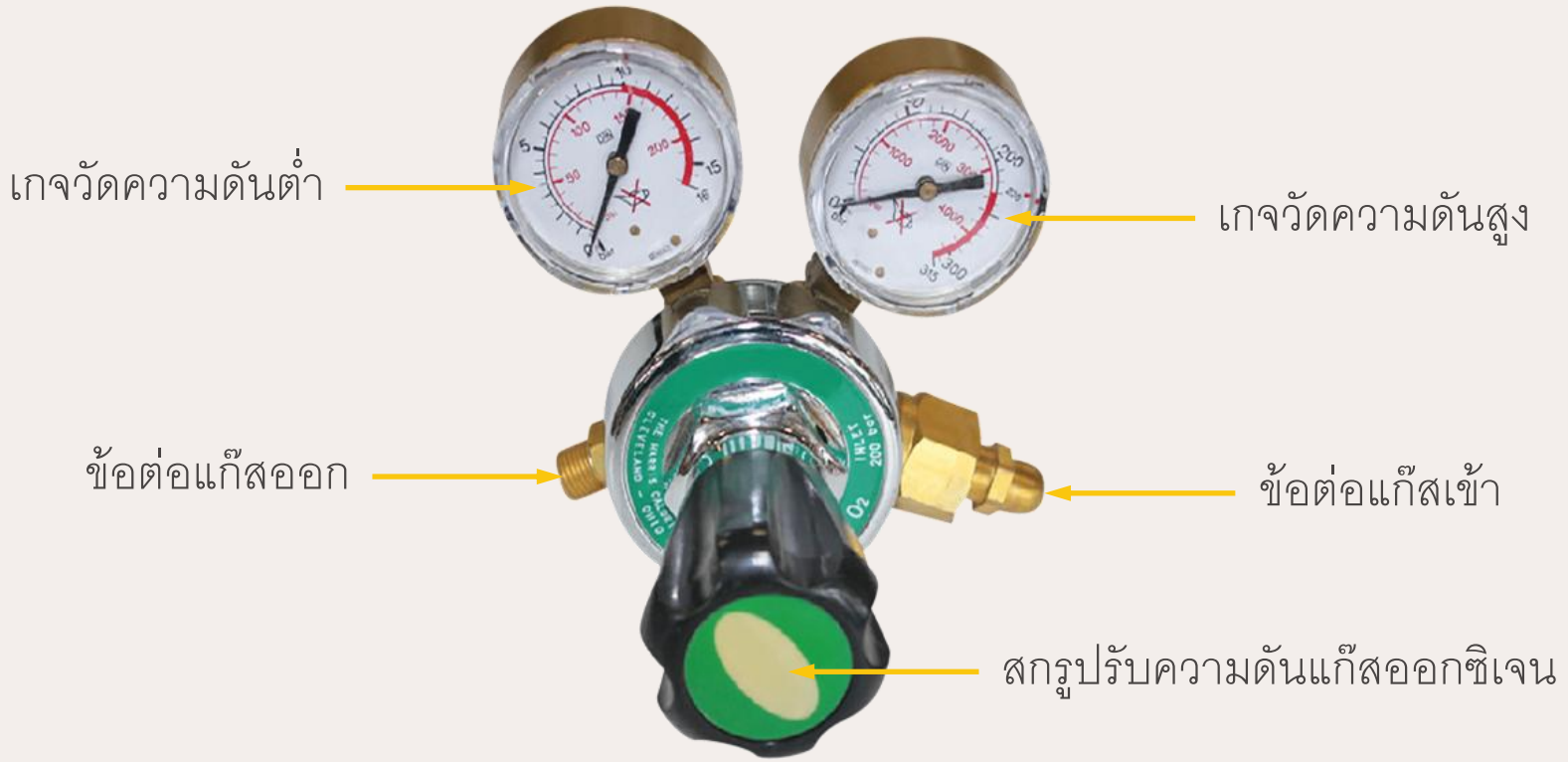
(2) เกจวัดความดันต่ำ (Low Pressure Gauge) ทำหน้าที่วัดความดันแก๊สต่อจากเกจวัดความดันสูง และใช้ปรับความดันที่นำไปใช้งานให้เหมาะสมกับการเชื่อม ความดันแก๊สจะถูกส่งมาจากเกจวัดความดันสูง เกจวัดความดันต่ำของแก๊สออกซิเจนวัดได้สูงประมาณ 400 psi และปรับความดันใช้งานไม่เกิน 25 psi หรือประมาณ 1.76 $Kg/cm^2$

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (Gas Regulator) (ต่อ)

### 2. ชนิดของอุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (ต่อ)

1) อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจน (Oxygen Gas Regulator) (ต่อ)



# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (Gas Regulator) (ต่อ)

**2. ชนิดของอุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส** (ต่อ)

2) อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas Regulator) ใช้ในการควบคุมความดันของแก๊สอะเซทิลีนในงานเชื่อมโดยจะมีตัวเลขบอกความดันภายในท่อบรรจุและความดันที่เปิดใช้งานหน่วยวัดความดันจะมี 2 สเกล คือปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) และกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ($Kg/cm^2$) หรือบาร์ (Bar) อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีนประกอบด้วย

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (Gas Regulator) (ต่อ)

**2. ชนิดของอุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส** (ต่อ)

2) อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas Regulator) (ต่อ)

(1) เกจวัดความดันสูง (High Pressure Gauge) ทำหน้าที่วัดความดันภายในถังเพื่อให้ทราบปริมาณของแก๊สภายในถัง เกจวัดความดันสูงของแก๊สอะเซทิลีนสามารถวัดความดันได้ต่ำกว่าเกจวัดความดันสูงของแก๊สออกซิเจนเนื่องจากแก๊สในถังมีความดันต่ำกว่าจึงสามารถวัดความดันได้เพียง 350 psi

(2) เกจวัดความดันต่ำ (Low Pressure Gauge) ทำหน้าที่วัดความดันแก๊สที่จะนำไปใช้งานให้เหมาะสมและสม่ำเสมอ สำหรับเกจวัดความต่ำของแก๊สอะเซทิลีนสามารถปรับความดันและนำไปใช้งานที่ความดัน 0-30 psi และจะปรับใช้งานที่ความดันไม่เกิน 15 psi

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (Gas Regulator) (ต่อ)

### 2. ชนิดของอุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส (ต่อ)

2) อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas Regulator) (ต่อ)

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.4 สายเชื่อมแก๊สและข้อต่อ

1. **สายเชื่อมแก๊ส (Hoses)** มีลักษณะคล้ายสายยาง แบ่งเป็น 3 ชั้น คือชั้นในผลิตจากยางชั้นดี ซึ่งจะไม่ทำปฏิกิริยากับแก๊สที่นำส่ง ชั้นกลางจะช่วยเสริมความแข็งแรงและเพิ่มความอ่อนตัว ส่วนชั้นนอกสุดจะบางกว่าชั้นกลางและชั้นใน มีความเหนียว ทนทานต่อการสึกหรอและการเผาไหม้

   1) หน้าที่ของสายเชื่อมแก๊ส จะทำหน้าที่นำส่งแก๊สจากอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สไปยังทอร์ชเชื่อมมีทั้งสายแก๊สออกซิเจนและสายแก๊สอะเซทิลีนเนื่องจากแก๊สที่ส่งมาตามสายยางเป็นแก๊สที่ช่วยให้ติดไฟ ($O_2$) และแก๊สที่ติดไฟ ($C_2H_2$) อีกทั้งยังมีความดันสูงเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในการทำงาน

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.4 สายเชื่อมแก๊สและข้อต่อ (ต่อ)

### 1. สายเชื่อมแก๊ส (Hoses) (ต่อ)

2) ชนิดของสายเชื่อมแก๊ส สายที่ใช้โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ชนิด คือชนิดสายเดี่ยวและสายคู่ โดยใช้สีในการจำแนกตามลักษณะแก๊สที่ใช้งาน เช่น สายสีน้ำเงิน สีเขียว หรือสีดำจะใช้กับแก๊สออกซิเจน ซึ่งข้อต่อทั้งหมดจะเป็นเกลียวขวา ส่วนสีแดงจะใช้กับแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งข้อต่อจะเป็นเกลียวซ้ายทั้งหมด ทั้งนี้สายเชื่อมแก๊สมีหลายขนาดโดยวัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรู ตั้งแต่ 4.6, 6, 7.8 และ 12.5 mm ส่วนความยาวของสายยางสามารถตัดแบ่งได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.4 สายเชื่อมแก๊สและข้อต่อ (ต่อ)

**1. สายเชื่อมแก๊ส (Hoses)** (ต่อ)

3) สมบัติของสายยาง สายยางที่นำมาใช้งานต้องมีสมบัติที่ดีดังนี้

(1) ทนต่อแรงดันได้

(2) ไม่ทำปฏิกิริยากับแก๊สที่นำส่ง

(3) มีความอ่อนตัวที่ดี เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน

(4) ทนต่อการเผาไหม้ได้ดี

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.4 สายเชื่อมแก๊สและข้อต่อ (ต่อ)

2. **ข้อต่อ (Connector)** เป็นอุปกรณ์สำหรับต่อสายยางเข้ากับเกจวัดความดัน ทำจากทองเหลือง ซึ่งประกอบด้วยนอต (Nut) และนิปเปิล (Nipple) ข้อต่อแก๊สออกซิเจนจะเป็นเกลียวขวา ส่วนข้อต่อแก๊สอะเซทิลีนจะเป็นเกลียวซ้าย และมีรอยผ่าอยู่บนตัวนอต

นอตออกซิเจน

นอตอะเซทิลีน

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รวมแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ควบคุมความดันและปริมาณของแก๊สขั้นสุดท้ายก่อนเข้าสู่ห้องผสมแก๊สแล้วออกไปสู่หัวทิพ

1. **ส่วนประกอบของทอร์ชเชื่อมแก๊ส** มีดังนี้

    1) ตัวทอร์ชเชื่อม (Torch Body) มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีรูปร่างและขนาดพอเหมาะสำหรับถือหรือจับ ภายในมีท่อแก๊สออกซิเจนและท่อแก๊สอะเซทิลีน บริเวณเกลียวที่ต่อเข้ากับสายยางจะมีวาล์วเปิด-ปิดทางเดินของแก๊สทั้งสองชนิดเพื่อควบคุมปริมาณของแก๊สก่อนเข้าสู่ห้องผสมแก๊ส

    2) ห้องผสมแก๊ส (Mixing Chamber) เป็นห้องที่แก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีนเดินทางมารวมตัวกัน เมื่อรวมตัวกันดีแล้วแก๊สจะไหลไปยังหัวทิพเพื่อจุดเป็นเปลวไฟแล้วนำไปใช้ในงานเชื่อมตามที่ต้องการ

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) (ต่อ)

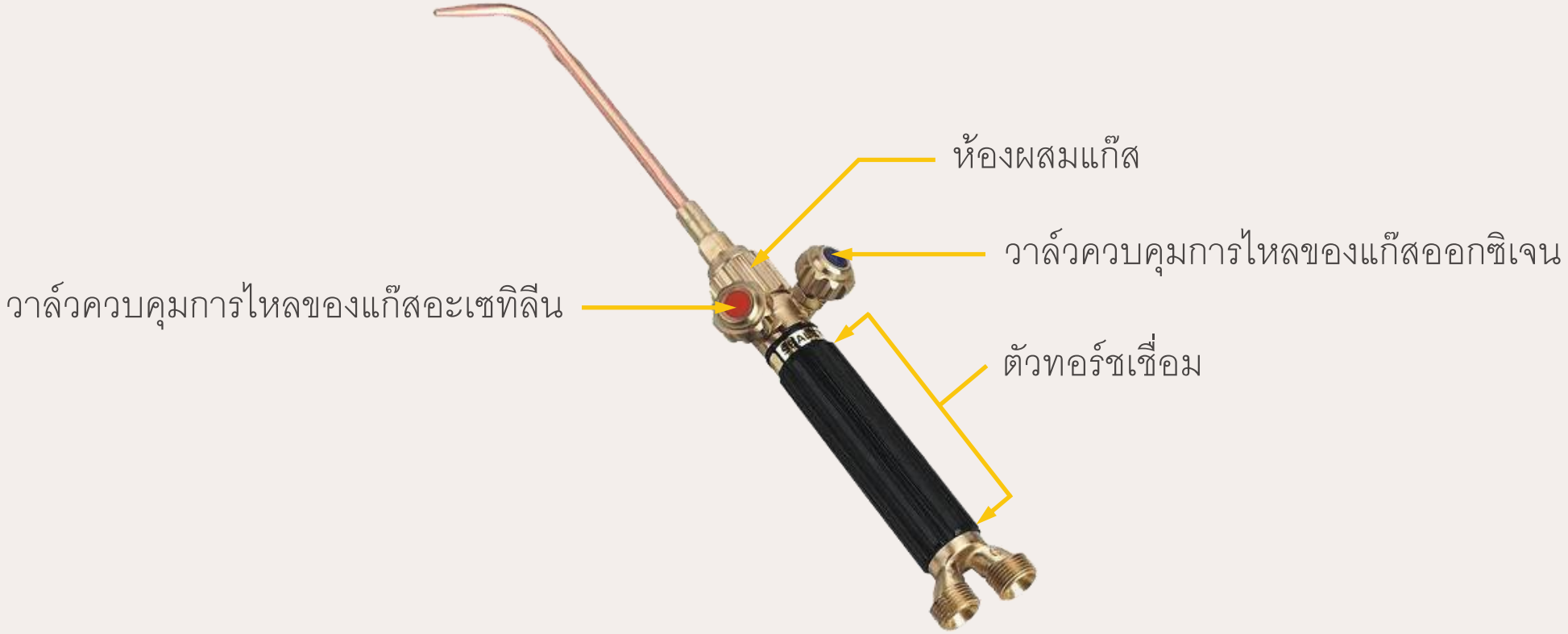
### 1. ส่วนประกอบของทอร์ชเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

3) วาล์วควบคุมการไหล (Control Valves) ที่ตัวทอร์ชเชื่อมจะมีวาล์วควบคุมการไหลของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน วาล์วที่ใช้ควบคุมแก๊สออกซิเจนจะต่อกับตัวทอร์ชเชื่อมด้วยเกลียวขวา อาจมีตัวอักษร “O” หรือใช้สีเขียวหรือสีฟ้าเพื่อเป็นสัญลักษณ์ให้ทราบว่าเป็นแก๊สออกซิเจน สำหรับวาล์วที่ใช้ควบคุมแก๊สอะเซทิลีนจะต่อกับตัวทอร์ชเชื่อมด้วยเกลียวซ้าย และอาจมีตัวอักษร “F” หรือใช้สีแดงเพื่อเป็นสัญลักษณ์ให้ทราบว่าเป็นแก๊สอะเซทิลีน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) (ต่อ)

### 1. ส่วนประกอบของทอร์ชเชื่อมแก๊ส (ต่อ)



# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) (ต่อ)

2. **ชนิดของทอร์ชเชื่อมแก๊ส** จะแบ่งตามระดับความดันของแก๊สอะเซทิลีนที่แตกต่างกัน ได้เป็น 2 ชนิด เนื่องจากแก๊สอะเซทิลีนจากเครื่องกำเนิดแคลเซียมคาร์ไบด์ที่ผลิตขึ้นเอง โดยการนำแคลเซียมคาร์ไบด์ (Calcium Carbide; $CaC_2$) ผสมกับน้ำ ($H_2O$) ในเครื่องกำเนิดแก๊สจะมีความดันต่ำอีกชนิดหนึ่งเป็นชนิดบรรจุถังสำเร็จรูปซึ่งมีความดันสูง ทำให้สามารถควบคุมแรงดันในการนำมาใช้งานได้ดีและสะดวกต่อการใช้งาน

   1) ชนิดความดันสมดุล (Equal Pressure Type)

   2) แบบหัวฉีด (Injector Type)

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) (ต่อ)

### 2. ชนิดของทอร์ชเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

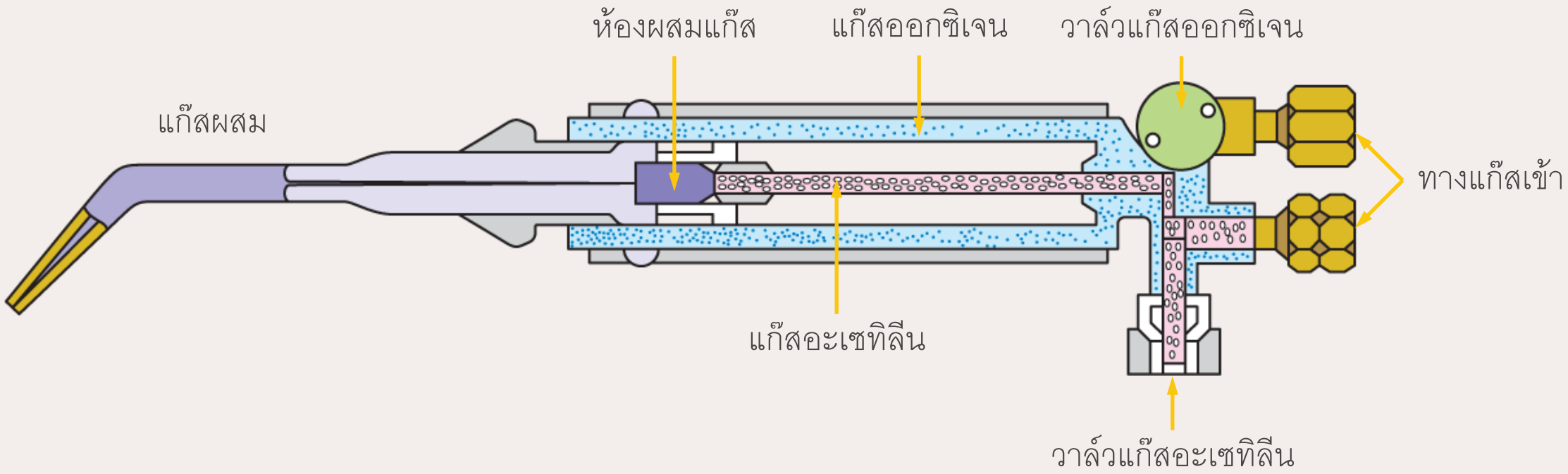
1) ชนิดความดันสมดุล (Equal Pressure Type) เหมาะสำหรับแก๊สอะเซทิลีนแบบบรรจุถังสำเร็จรูปที่มีความดันของแก๊สสูงกว่าชนิดเครื่องกำเนิดจากแคลเซียม-คาร์ไบด์ โดยที่ทอร์ชเชื่อมชนิดนี้ต้องใช้ความดันสูงพอที่จะดันแก๊สให้เข้าไปยังห้องผสมแก๊ส ซึ่งภายในห้องผสมแก๊สจะออกแบบไว้ให้แก๊สที่ไหลเข้าไปเกิดการหมุนตัว ทำให้แก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนผสมกันอย่างรวดเร็วและได้รับความดันภายในอย่างต่อเนื่องดันให้แก๊สออกไปสู่หัวทิพ โดยปกติแล้วความดันของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนจะใช้ในปริมาณที่เท่ากัน สำหรับความดันแก๊สโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 1-15 psi ทอร์ชเชื่อมชนิดนี้บางครั้งเรียกว่า Balanced Pressure Type

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) (ต่อ)

### 2. ชนิดของทอร์ชเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

1) ชนิดความดันสมดุล (Equal Pressure Type) (ต่อ)



# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) (ต่อ)

### 2. ชนิดของทอร์ชเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

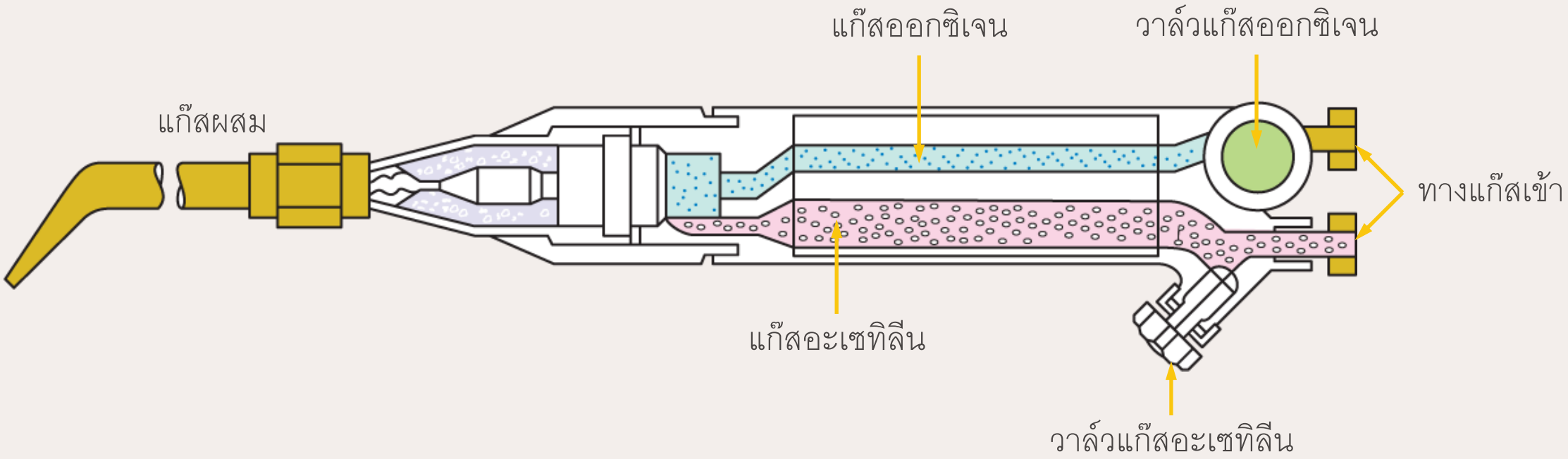
2) แบบหัวฉีด (Injector Type) หรือเรียกว่า Low Pressure Type ซึ่งเป็นทอร์ชเชื่อมที่ใช้กับความดันแก๊สอะเซทิลีนโดยเฉพาะแก๊สอะเซทิลีนที่ได้จากเครื่องกำเนิดจากแคลเซียมคาร์ไบด์และยังสามารถใช้กับชนิดบรรจุถังสำเร็จได้อีกด้วย ทอร์ชเชื่อมแบบหัวฉีดจะออกแบบให้แก๊สออกซิเจนที่มีความดันสูงไหลผ่านเข้าไปยังห้องผสมพร้อมกับดูดแก๊สอะเซทิลีนที่ความดันต่ำกว่าเข้าไปยังห้องผสมด้วย โดยจะไหลเข้าไปรวมตัวกันในห้องผสมแก๊สก่อนออกไปยังหัวทิพ

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) (ต่อ)

### 2. ชนิดของทอร์ชเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

2) แบบหัวฉีด (Injector Type) (ต่อ)



# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.6 หัวทิพ (Welding Tip)

เป็นอุปกรณ์ส่วนปลายที่ประกอบเข้ากับทอร์ชเชื่อม ทำจากทองแดงโดยเป็นทางผ่านสุดท้ายที่ให้แก๊สไหลผ่านออกมาบริเวณปลายของหัวทิพเมื่อจุดไฟจะเกิดการเผาไหม้เป็นเปลวไฟตามต้องการหัวทิพมีหลายขนาดให้เลือกใช้ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน หากเป็นชิ้นงานบางควรใช้ความร้อนน้อยโดยเลือกหัวทิพที่มีรูขนาดเล็ก สำหรับชิ้นงานหนาต้องใช้ความร้อนสูงควรเลือกใช้หัวทิพที่มีรูขนาดใหญ่ให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

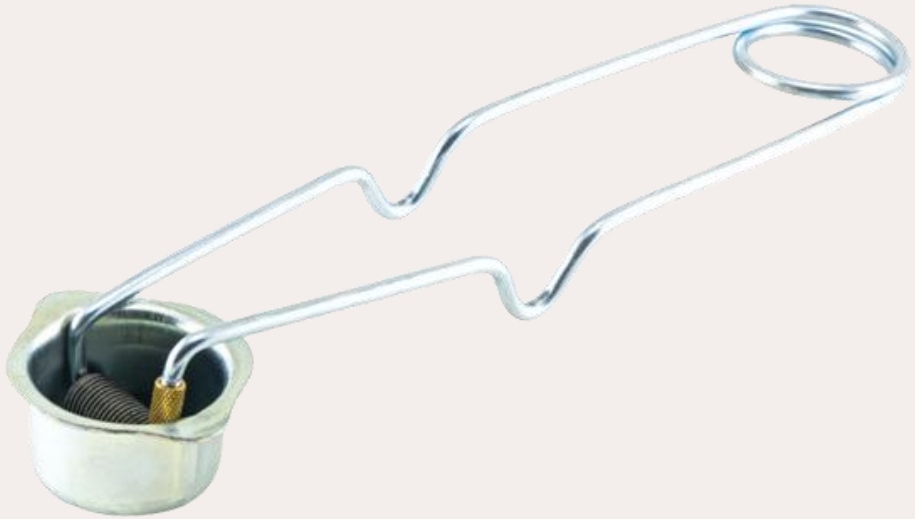
## 2.7 ชุดทำความสะอาดหัวทิพ (Tip Cleaner)

ในขณะที่ทำการเชื่อมแก๊สจะเกิดมีเม็ดโลหะเล็ก ๆ กระเด็นขึ้นมาจากบ่อหลอมเหลว บางส่วนจะกระเด็นมาเกาะติดบริเวณปากรูและภายในรูหัวทิพ ส่งผลให้แก๊สไหลไม่สะดวกจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เฉพาะเพื่อใช้ในการทำความสะอาดภายในหัวทิพ โดยชุดทำความสะอาดหัวทิพซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นกลมคล้ายเส้นลวด และรอบ ๆ จะมีฟันคล้ายตะไบกลม เรียกว่า เข็มแยง มีหลายขนาดให้เลือกใช้ตั้งแต่ขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็ก เรียงอยู่ในตลับโลหะ ซึ่งสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของรูหัวทิพ

# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.8 อุปกรณ์จุดเปลวไฟ (Spark Lighter)

การจุดเปลวไฟเชื่อมที่ปลายของหัวทิพควรใช้อุปกรณ์จุดเปลวไฟ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับจุดเปลวไฟที่ทำไว้โดยเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรใช้ไฟแช็ก ไม้ขีดไฟ หรือจุดจากทอร์ชเชื่อมอื่น เพราะเปลวไฟที่จุดอาจเกิดการระเบิดหรือเผาไหม้ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้จุดเปลวไฟได้



# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.9 แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Gas Goggles)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันสายตา เนื่องจากขณะทำการเชื่อมจะเกิดรังสีอัลตราไวโอเลต แสงสว่างที่เกิดจากการหลอมละลายของเนื้อโลหะ และแสงจากเปลวไฟเชื่อม รวมถึงสะเก็ดไฟเชื่อม ดังนั้นในขณะปฏิบัติการเชื่อมทุกครั้งต้องสวมแว่นตาป้องกันทุกครั้ง โดยพิจารณาเลือกเลนส์หรือกระจกกรองแสงให้เหมาะสมกับงาน เช่น การเชื่อมเหล็กบางควรใช้กระจกกรองแสงเบอร์ 4-5 สำหรับงานตัดแก๊สควรใช้กระจกกรองแสงเบอร์ 6-8

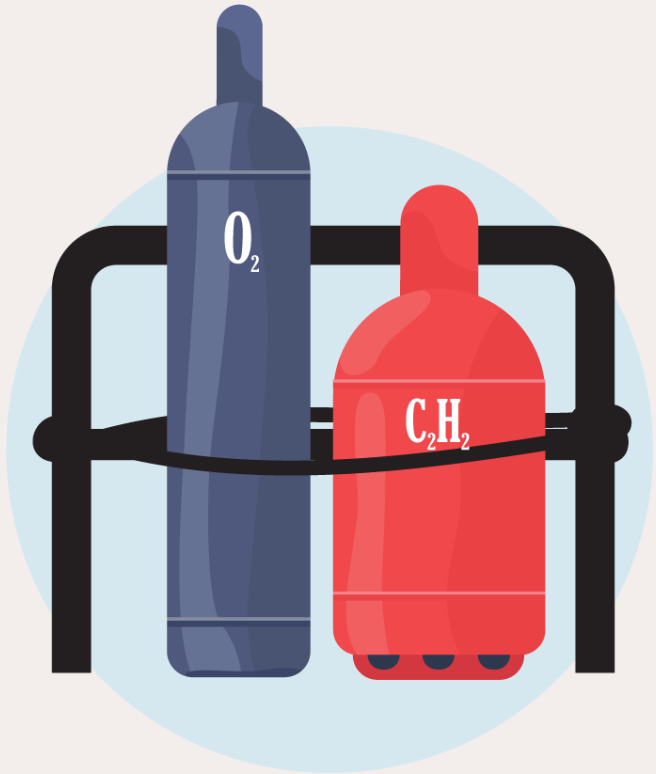
# 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.10 ประแจ (Wrench)

ใช้สำหรับเปิด-ปิดถังแก๊สอะเซทิลีนมีลักษณะเป็นประแจบล็อกสี่เหลี่ยม ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเปิด-ปิดวาล์วของถังแก๊สอะเซทิลีนโดยเฉพาะ โดยมีวิธีใช้คือเมื่อเปิดถังแก๊สประมาณ 1/2 ถึง 1 รอบ แล้วคาประแจไว้เพราะเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินจะได้ปิดวาล์วได้ทันที

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส




๑

นำโซ่คล้องถังแก๊สออกซิเจนและ
ถังแก๊สอะเซทิลีนที่บรรจุเต็มแล้วให้แน่น

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

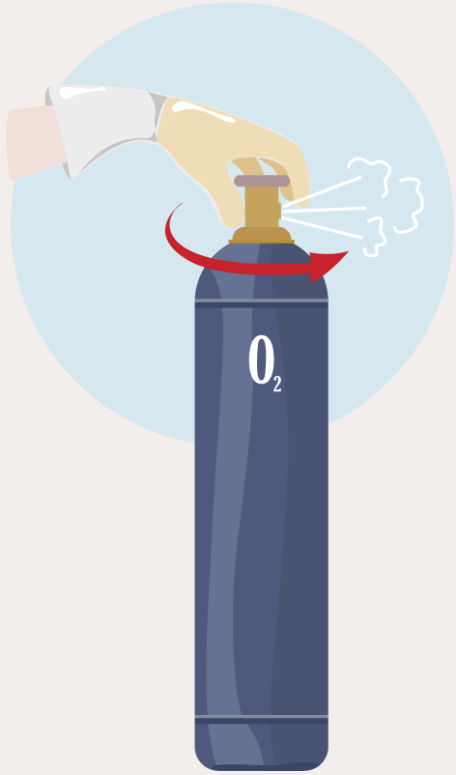
2

ถอดฝาครอบหัวถังแก๊สออกซิเจน
และแก๊สอะเซทิลีนแล้วเก็บไว้ให้เรียบร้อย

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

3

การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

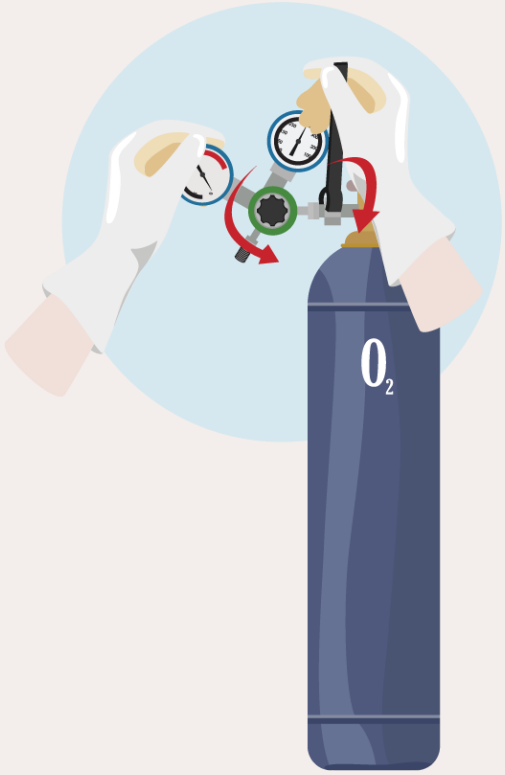



เปิดวาล์วที่หัวถังแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนให้ไหลออกมาเล็กน้อย
เพื่อไล่สิ่งสกปรกออก จากนั้นปิดวาล์วให้เรียบร้อย

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

4

การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

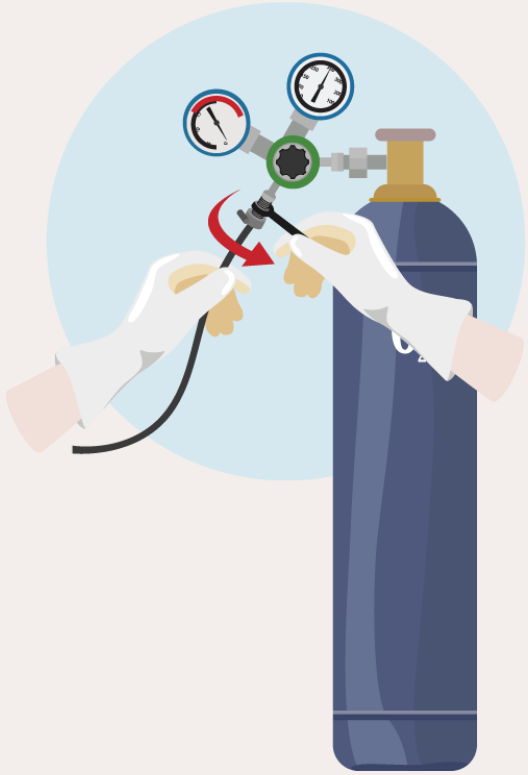



ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจน
แล้วขันด้วยประแจให้แน่น

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

5

การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส



ต่อสายเชื่อมเข้ากับอุปกรณ์ปรับความดัน
แก๊สออกซิเจน

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

6

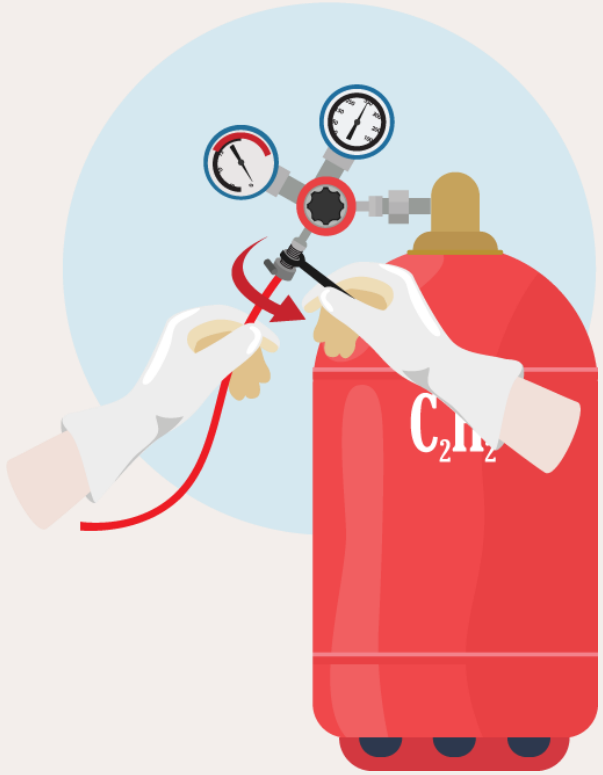
การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน
แล้วขันด้วยประแจให้แน่น

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

7

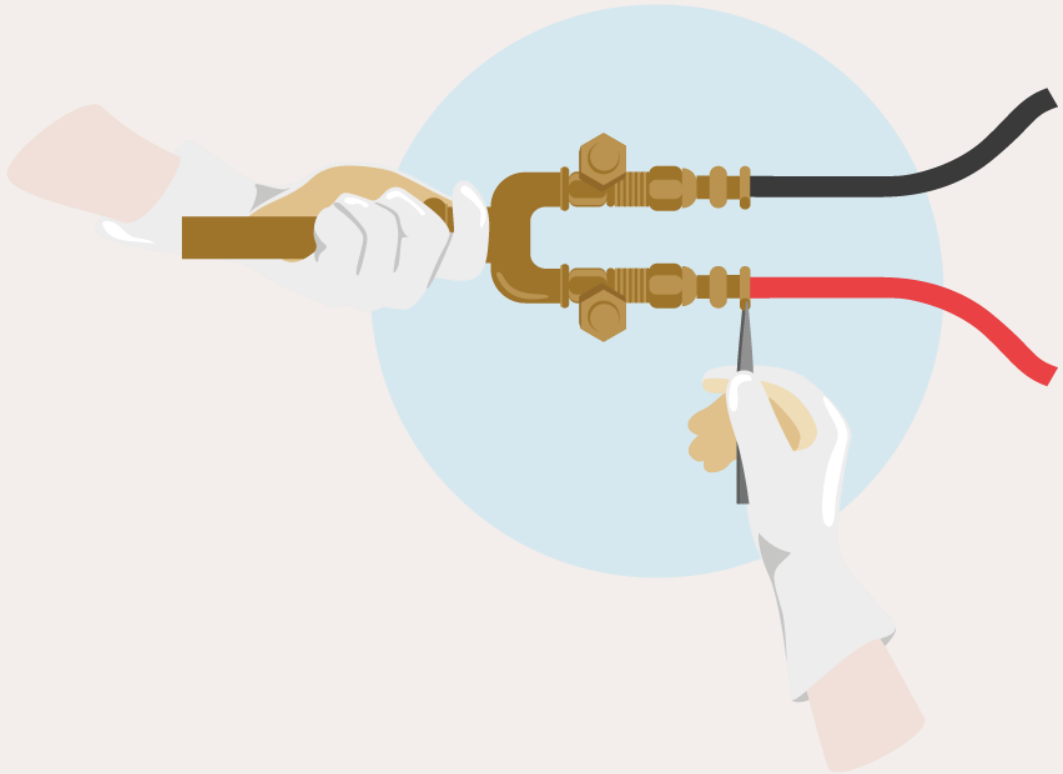
การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส




ต่อสายเชื่อมเข้ากับอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส



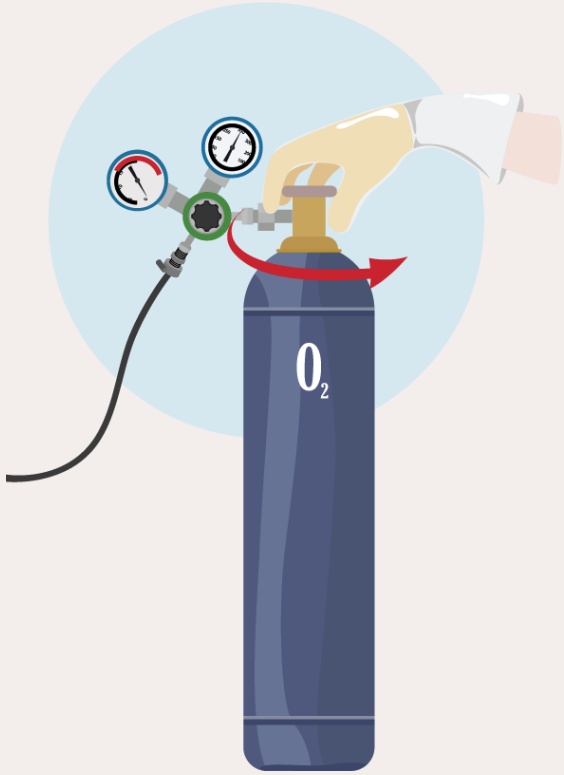
8

ประกอบสายยางเชื่อมแก๊สเข้ากับทอร์ชเชื่อม

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

9

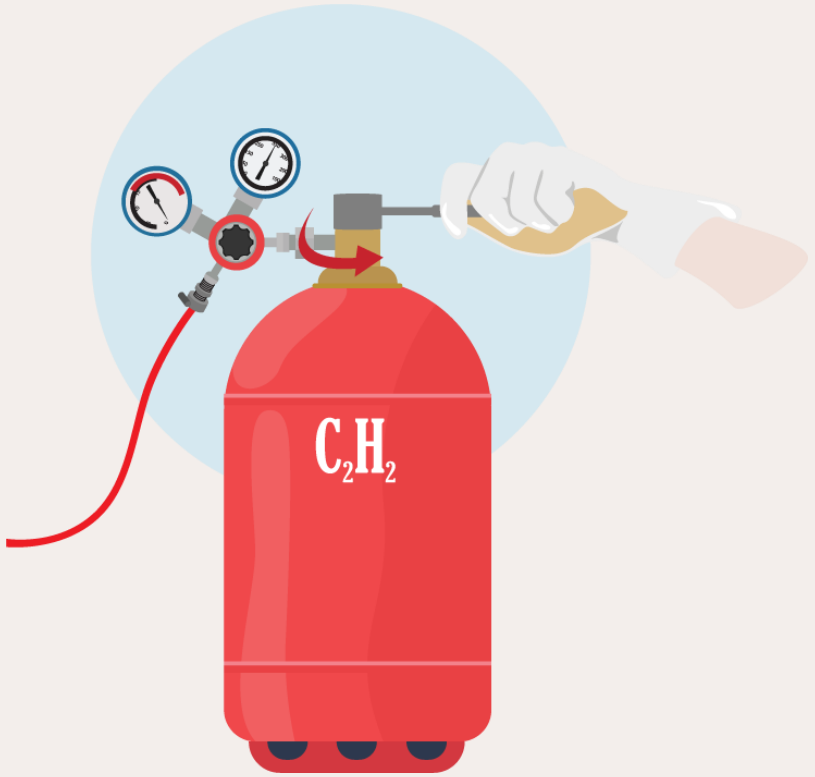



เปิดวาล์วที่ถังแก๊สออกซิเจน
โดยหมุนให้สุดเกลียว

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส



การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

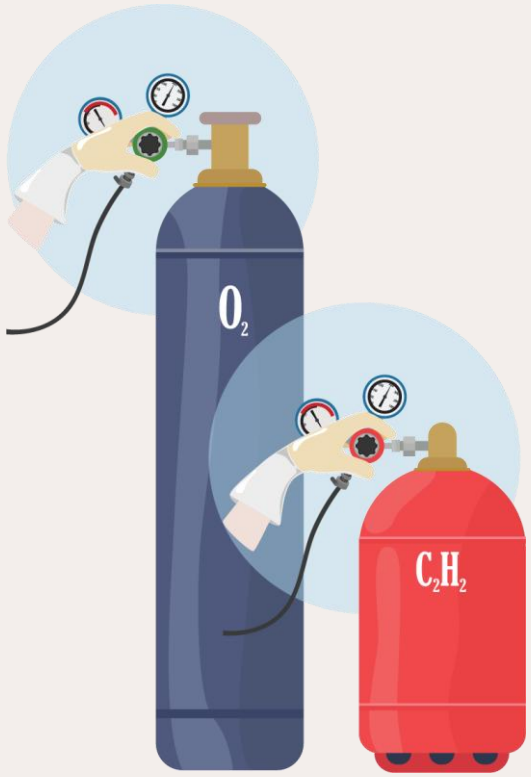



เปิดวาล์วที่ถังแก๊สอะเซทิลีน
โดยปกติจะหมุนวาล์วเพียง 1/2 ถึง 1 รอบ

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส



การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

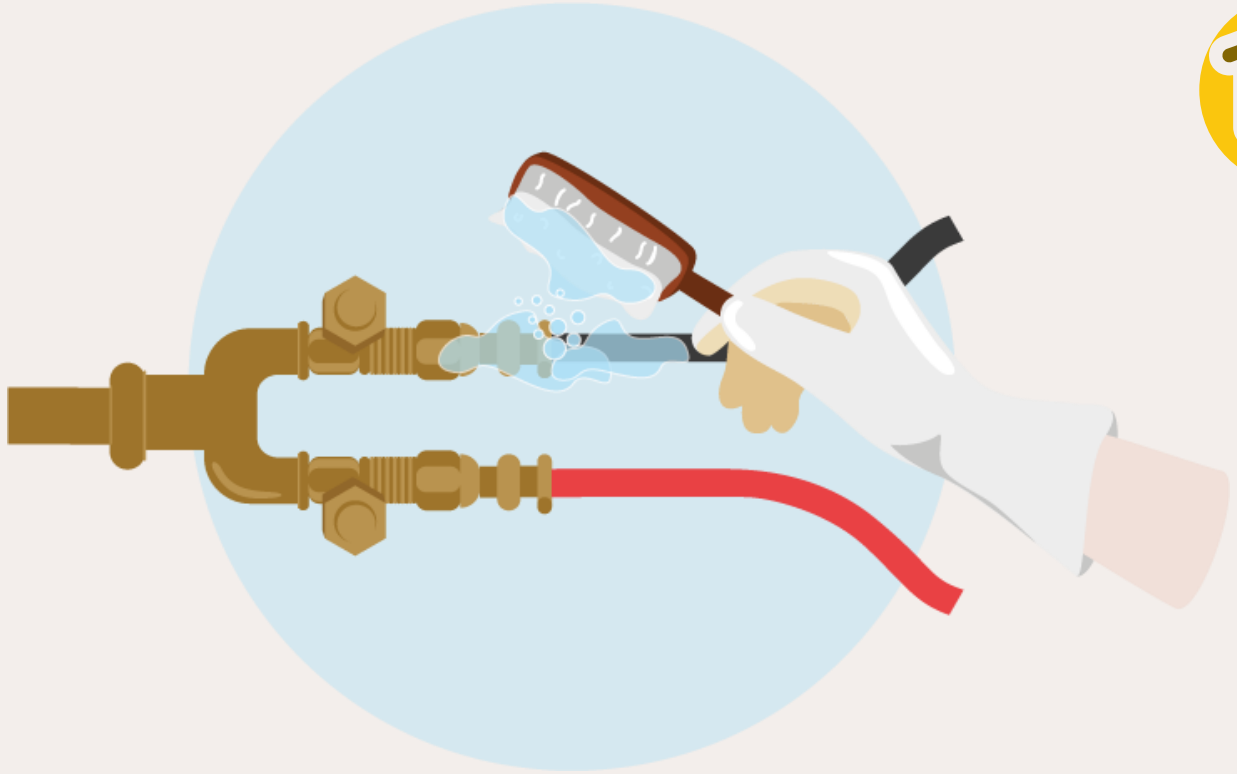



หมุนปรับระดับความดันแก๊สทั้งสองโดยหมุนตามเข็มนาฬิกา
จนกระทั่งเข็มวัดความดันกระดิกขึ้นและให้แก๊สไหลผ่านสายแก๊ส

# 3. การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

12

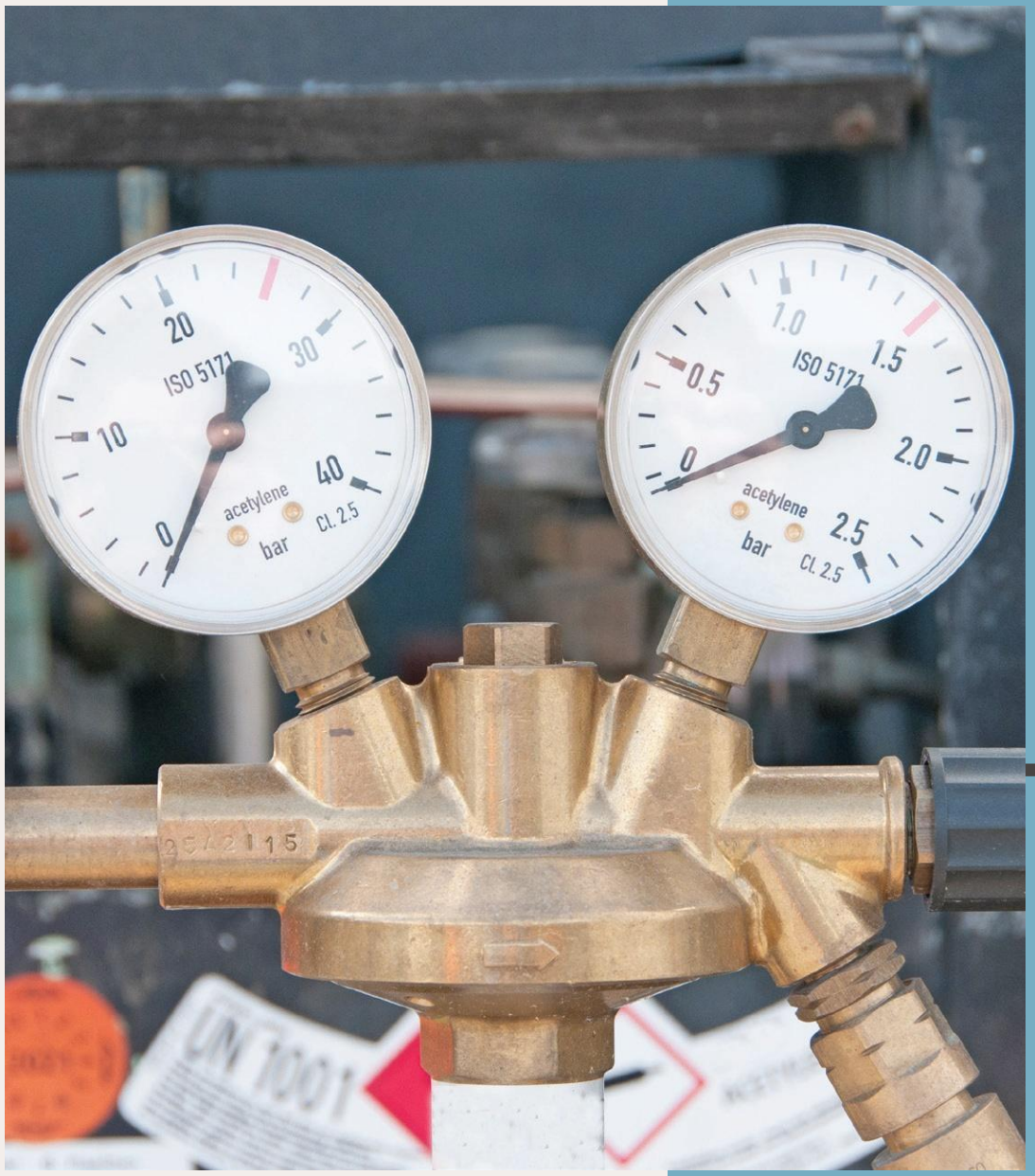
การประกอบและติดตั้ง
อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส



ตรวจสอบรอยรั่วข้อต่อด้วยน้ำสบู่ หากเกิดฟองสบู่ผุดขึ้นมา
แสดงว่ามีการรั่วไหลของแก๊สต้องแก้ไข โดยขันข้อต่อให้แน่น

# สรุป

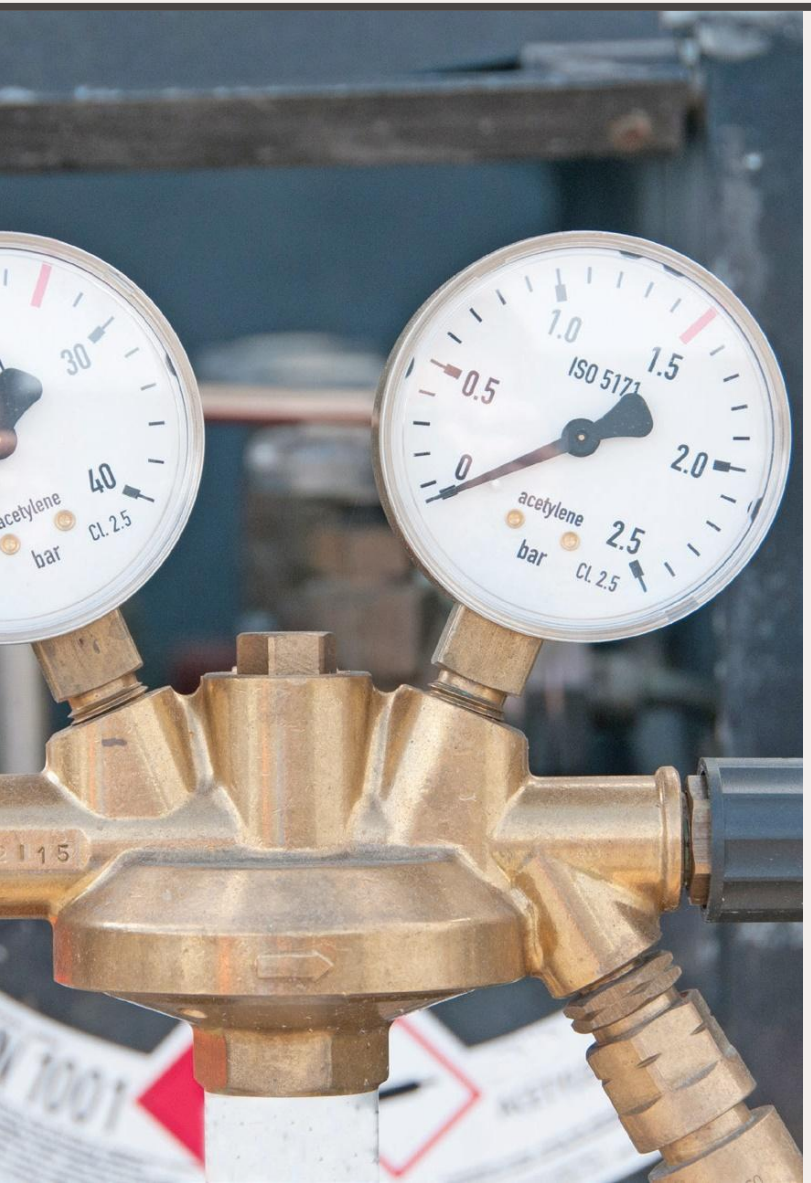
ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊สเป็นพฤติกรรมและสภาพการณ์ที่ปลอดจากอุบัติภัยหรืออุบัติเหตุอันอาจเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต หรือทรัพย์สินในขณะปฏิบัติงานเชื่อม โดยมีเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สดังนี้ ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน ฝาครอบหัวถัง อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส สายเชื่อมแก๊สและข้อต่อ ทอร์ชเชื่อม หัวทิพ ชุดทำความสะอาดหัวทิพ อุปกรณ์จุดเปลวไฟ แว่นตา-เชื่อมแก๊ส และประแจบล็อกสี่เหลี่ยมสำหรับใช้เปิด-ปิดถังแก๊สอะเซทิลีน ทั้งนี้ในการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส ผู้ปฏิบัติงานจะต้องตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ศึกษาขั้นตอนวิธีการประกอบก่อนการติดตั้ง และตรวจสอบรอยรั่วด้วยน้ำสบู่ หากพบรอยรั่วให้ทำการแก้ไขโดยขันข้อต่อให้แน่น




# การเชื่อม
# ออกซีอะเซทิลีน

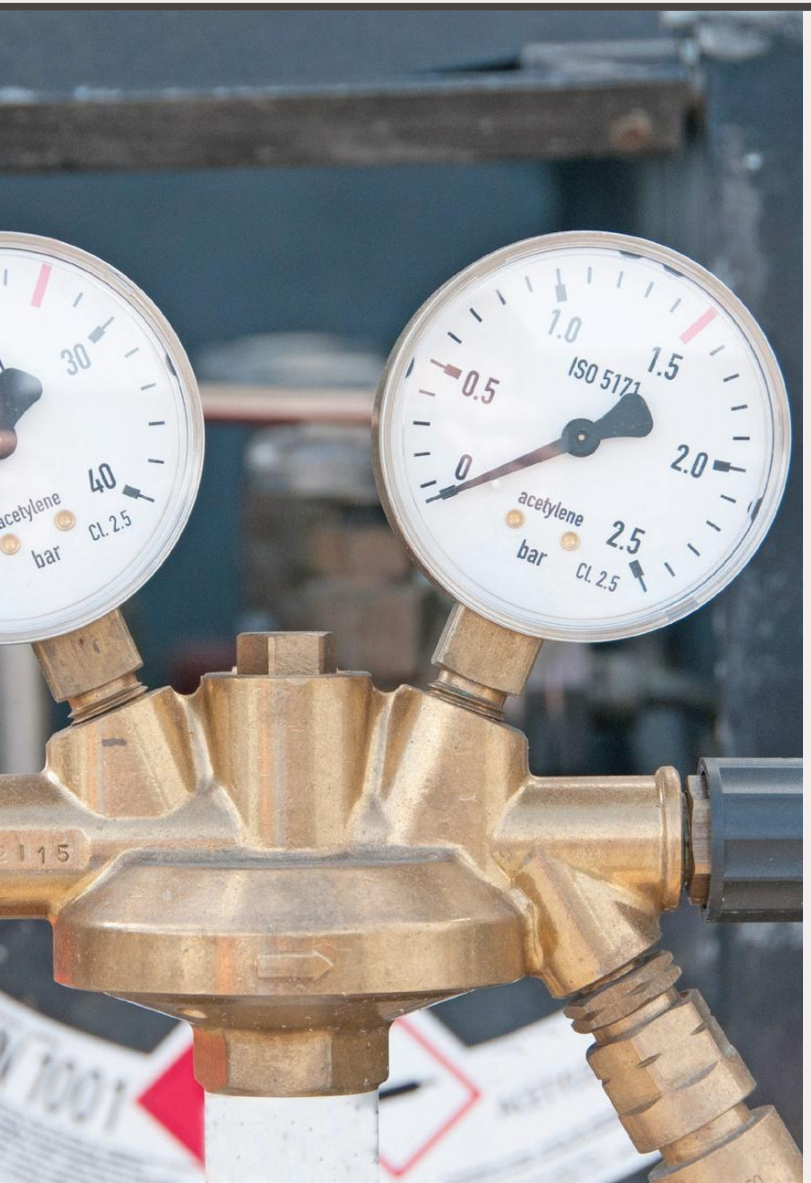
## หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

# สาระสำคัญ




การเชื่อมออกซีอะเซทิลีนเป็นการเชื่อมที่นำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้ที่ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สจะต้องใช้เปลวไฟในการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานจนชิ้นงานหลอมละลาย โดยเปลวไฟจะได้มาจากแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง โดยแก๊สเชื้อเพลิงที่นิยมใช้คือแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งในการเชื่อมต้องใช้ลวดเชื่อมแก๊สเข้ามาช่วยเพื่อทำหน้าที่เติมให้เป็นรอยเชื่อม โดยเติมลงไปในขณะชิ้นงานกำลังหลอมละลาย

# สาระการเรียนรู้




01 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน

02 ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

03 ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

04 การสร้างบ่อหลอมเหลว

## สมรรถนะประจำหน่วย

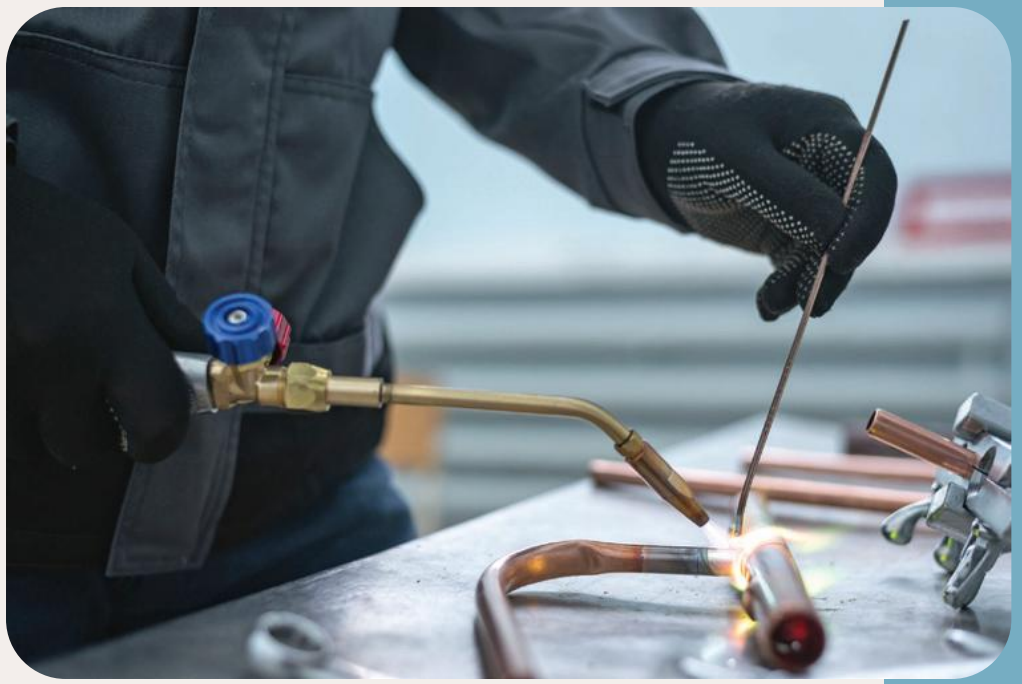
แสดงความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน

## จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีนได้
2. จำแนกชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สได้
3. อธิบายลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนได้
4. อธิบายวิธีการสร้างบ่อหลอมเหลวได้

# 1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน

การเชื่อมออกซีอะเซทิลีน (Oxy-Acetylene Welding) หมายถึงกระบวนการเชื่อมโลหะให้ติดกันโดยการใช้ความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดจากการผสมระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ทำให้โลหะหลอมละลายลักษณะเป็นแอ่ง (Puddle) เมื่อโลหะถูกทำให้หลอมละลายเป็นแอ่งเล็ก ๆ รวมตัวเป็นแอ่งเดียวกัน โลหะจะถูกประสานเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ โดยทั่วไปงานเชื่อมแก๊สจะนิยมใช้แก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สเชื้อเพลิง เนื่องจากจะได้เปลวไฟที่ให้อุณหภูมิสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแก๊สชนิดอื่น ๆ กับแก๊สออกซิเจนแล้วจะให้ความร้อนสูงประมาณ 6,300 °F หรือประมาณ 3,482 °C



# 1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน

ในการเชื่อมแก๊สจะมีการให้ความร้อนของเปลวไฟเชื่อมแก๊สที่แตกต่างกัน แก๊สที่นิยมใช้กันมากคือแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจน ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร เปลวไฟที่ได้เกิดจากการลุกไหม้จะมีความร้อนประมาณ 6,000 °F หรือ 3,315 °C เหมาะแก่การเชื่อมเหล็กและโลหะผสมต่าง ๆ ซึ่งเรียกวิธีการเชื่อมลักษณะนี้ว่า ออกซีอะเซทิลีน ทำให้ชิ้นงานเกิดเป็นบ่อหลอมเหลว อาจจะใช้ลวดเชื่อมแก๊สเติมหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานนั้น ๆ ส่วนแก๊สเชื้อเพลิงชนิดอื่นจะให้ความร้อนที่ต่ำกว่า

# 1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน

ลักษณะการเปรียบเทียบอุณหภูมิของแก๊สชนิดต่าง ๆ

| ชนิดของแก๊ส | ความร้อนสูงสุดโดยประมาณ |
|---|---|
| ออกซิเจน + อะเซทิลีน | 6,300 °F หรือประมาณ 3,482 °C |
| ออกซิเจน + โพรเพน | 5,300 °F หรือประมาณ 2,926 °C |
| ออกซิเจน + ไฮโดรเจน | 5,400 °F หรือประมาณ 1,982 °C |
| ออกซิเจน + มีเทน | 5,000 °F หรือ 27602 °C |
| อากาศ + อะเซทิลีน | 4,532 °F หรือ 2,500 °C |
| อากาศ + โพรเพน | 3,182 °F หรือ 1,750 °C |

# 2. ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

การเชื่อมแก๊สเป็นกระบวนการเชื่อมที่ใช้กันมานาน ซึ่งในปัจจุบันก็ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปจะใช้เปลวไฟจากแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีนเผาไหม้ซึ่งให้อุณหภูมิสูงถึง 6,300 °F (3,482 °C) ซึ่งเปลวไฟแก๊สอะเซทิลีนแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.1 เปลวคาร์บูไรซิง (Carburizing Flame)

2.2 เปลวนิวทรัล (Neutral Flame)

2.3 เปลวออกซิไดซิง (Oxidizing Flame)

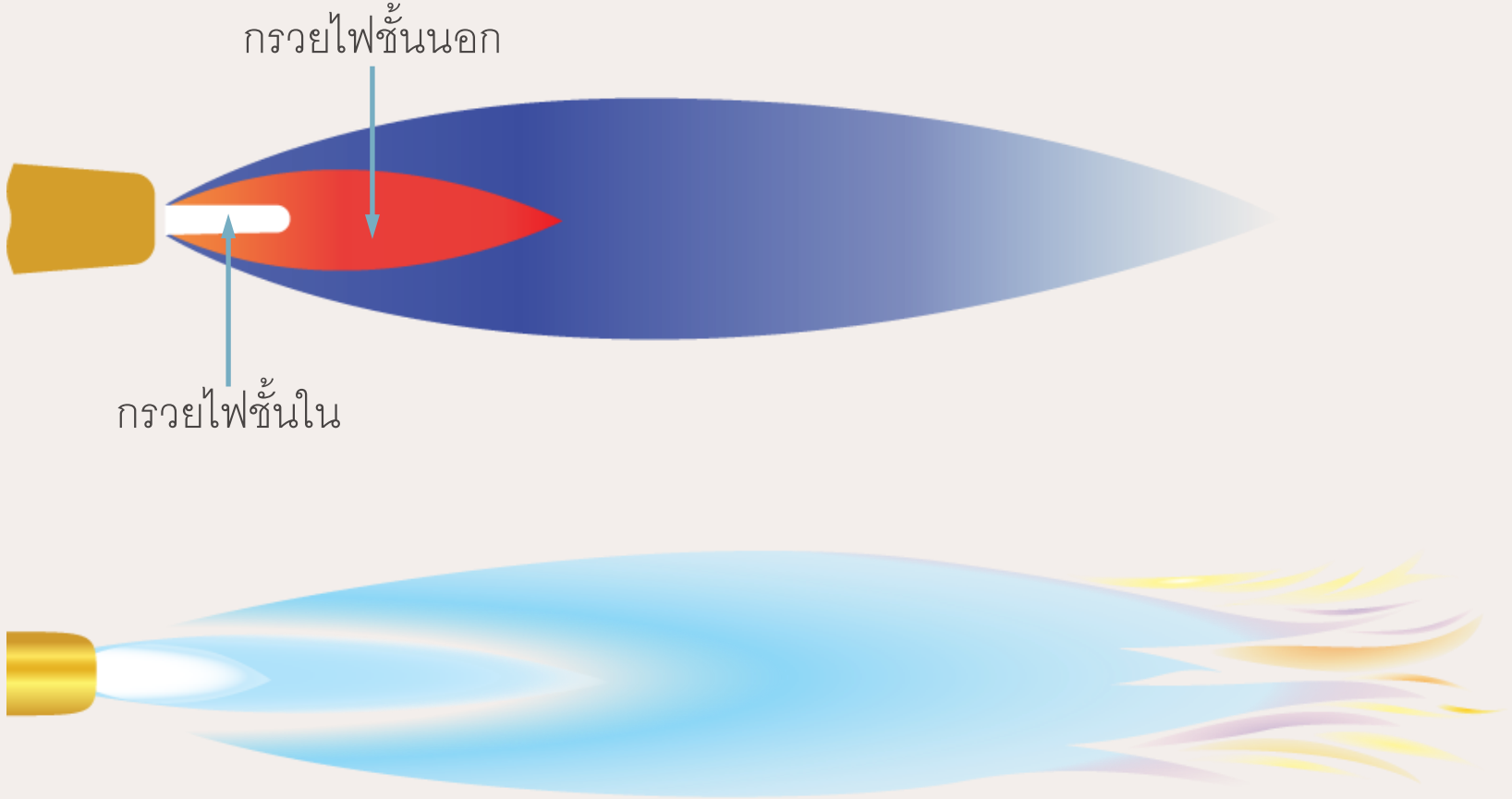
# 2. ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.1 เปลวคาร์บูไรซิง (Carburizing Flame)

เปลวคาร์บูไรซิง หรือเปลวคาร์บอนมาก หรือเปลวลดเป็นเปลวที่ได้จากการผสมของแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ในอัตราส่วนที่แก๊สอะเซทิลีนมากกว่าแก๊สออกซิเจน (2:1) ลักษณะเปลวเป็นกรวยไฟ 3 ชั้น กรวยไฟชั้นในมีลักษณะพริ้วเหมือนขนนก กรวยไฟชั้นนอกมีลักษณะเป็นเปลวยาว สีส้มอ่อนล้อมรอบเปลวชั้นในและเปลวชั้นที่สองซึ่งมีสีน้ำเงิน โดยมีความยาวครึ่งหนึ่งของเปลวชั้นนอก เปลวไฟนี้มีความร้อนประมาณ 5,700 °F (3,148 °C) เป็นเปลวไฟที่เหมาะสำหรับงานเชื่อมที่ต้องการเติมคาร์บอนที่ผิวโลหะเพราะการเผาไหม้จะมีแก๊สอะเซทิลีนหลงเหลืออยู่ซึ่งเป็นการเติมคาร์บอนที่ผิวโลหะ และการเชื่อมงานที่ต้องใช้อุณหภูมิหลอมละลายไม่มากนัก เช่น แมกนีเซียม อะลูมิเนียม หรือการแล่น-ประสาน (Brazing) แต่ไม่เหมาะสำหรับงานเชื่อมโลหะเพราะจะส่งผลให้แนวเชื่อมเปราะ

# 2. ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.1 เปลวคาร์บูไรซิง (Carburizing Flame) (ต่อ)



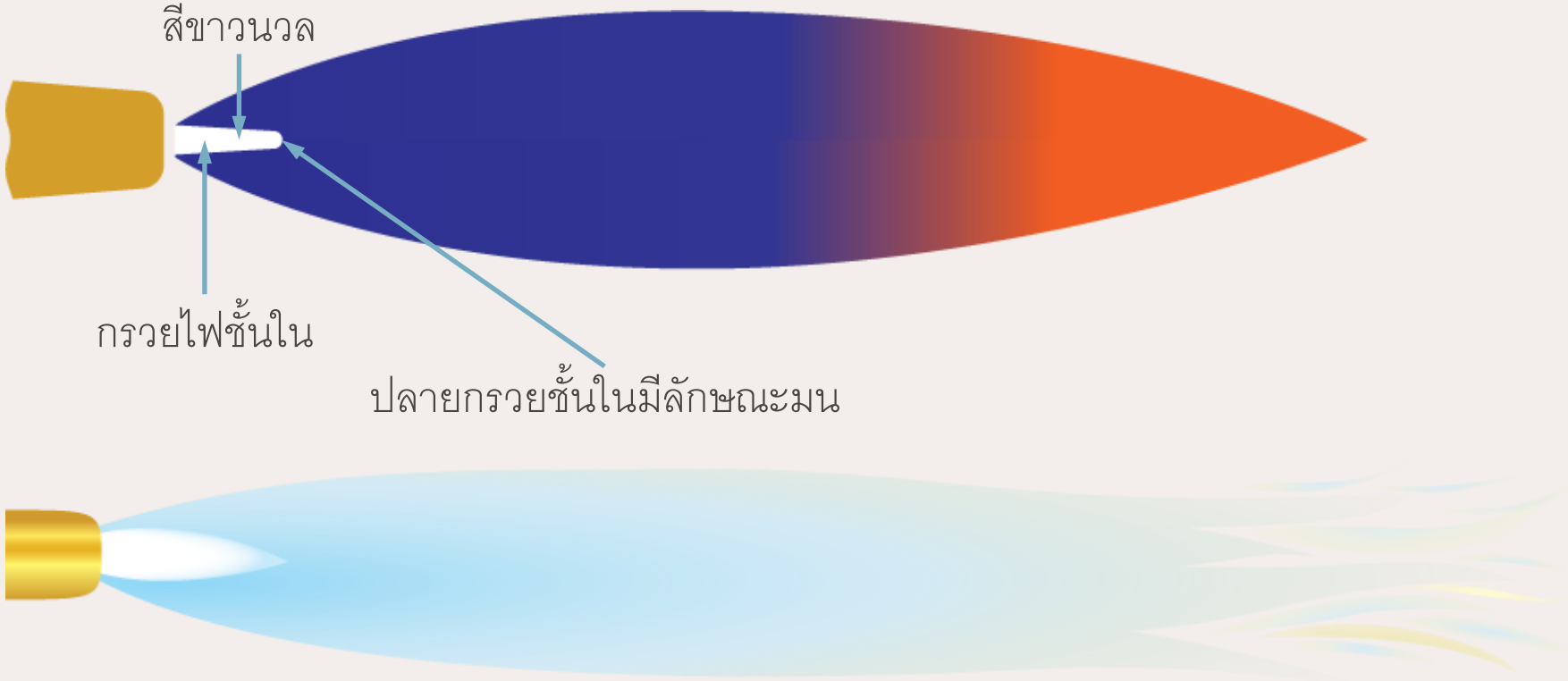
# 2. ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.2 เปลวนิวทรัล (Neutral Flame)

เปลวนิวทรัลหรือเปลวกลางเป็นเปลวที่ได้จากการผสมของแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ในอัตราส่วนที่แก๊สอะเซทิลีนเท่ากับแก๊สออกซิเจน (1:1) ประกอบด้วยกรวยไฟ 2 ชั้น ชั้นในจะมีสีขาวนวลสว่างจ้าชัดเจน มีลักษณะเป็นกรวยปลายมน ให้ความร้อนประมาณ 6,000 °F (3,315 °C) เป็นเปลวไฟที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เหมาะสำหรับงานเชื่อมโลหะเกือบทุกชนิดและการตัดเหล็กกล้าคาร์บอน

# 2. ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.2 เปลวนิวทรัล (Neutral Flame) (ต่อ)



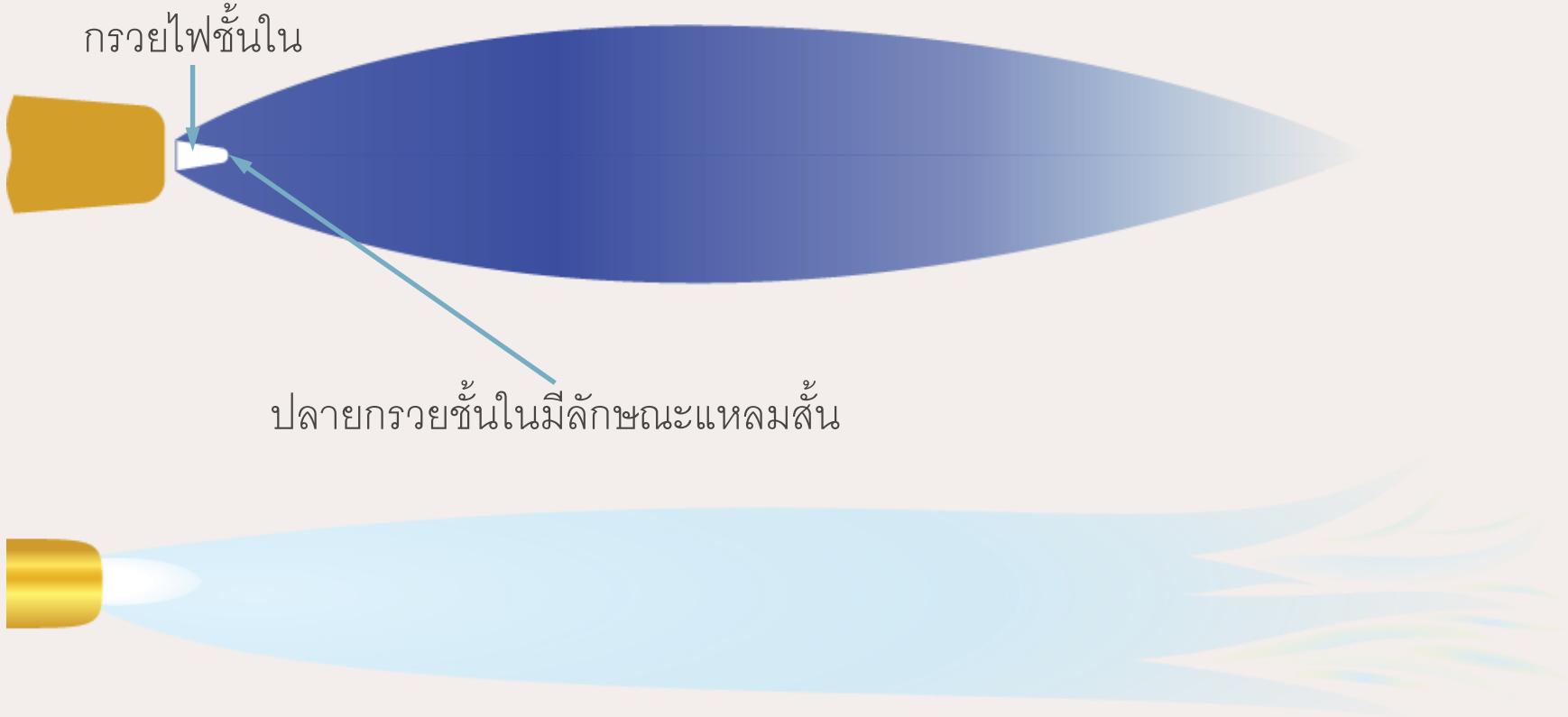
# 2. ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 เปลวออกซิไดซิง (Oxidizing Flame)

เปลวออกซิไดซิง หรือเปลวออกซิเจนมาก หรือเปลวเพิ่มเป็นเปลวที่ได้จากการผสมของแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ในอัตราส่วนที่แก๊สออกซิเจนมากกว่าแก๊สอะเซทิลีน (2:1) ประกอบด้วยกรวยไฟ 2 ชั้น กรวยไฟชั้นในจะมีลักษณะเป็นกรวยแหลมสั้น ให้ความร้อนประมาณ 6,300 °F (3,482 °C) จึงไม่เหมาะสำหรับงานเชื่อมเหล็กกล้าเพราะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีปริมาณของแก๊สออกซิเจนมากกว่าแก๊สอะเซทิลีน ทำให้มีแก๊สออกซิเจนเหลืออยู่ในเปลวไฟซึ่งแก๊สส่วนที่เหลือนี้จะถูกเติมลงในรอยเชื่อม ส่งผลให้แนวเชื่อมเปราะ มีความแข็งแรงต่ำ สังเกตได้จากรูพรุนที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าบ่อหลอมเหลว แต่เหมาะสำหรับงานตัดโลหะแผ่นบาง

# 2. ชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 เปลวออกซิไดซิง (Oxidizing Flame) (ต่อ)



# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.1 แก๊สออกซิเจน (Oxygen)

มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ $O_2$ แก๊สออกซิเจนถือได้ว่าเป็นแก๊สที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์บนโลกนี้ ปริมาณของแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกมีประมาณ 21% มีไนโตรเจนประมาณ 78% และอีก 1% เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน และอื่น ๆ ในงานเชื่อมแก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติดแต่ไม่ติดไฟ เมื่อมีส่วนผสมที่สมบูรณ์จะทำให้เกิดความร้อนสูงสุดจนสามารถทำให้โลหะละลายได้ แก๊สออกซิเจนที่รวมตัวกับแก๊สอะเซทิลีนแล้วให้ความร้อนในการเผาไหม้สูงสุดนั้นจะต้องเป็นแก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.1 แก๊สออกซิเจน (Oxygen) (ต่อ)

### 1. สมบัติของแก๊สออกซิเจน

1) ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ไม่มีรส

2) เป็นได้ 3 สถานะ คือแก๊ส ของเหลว และของแข็ง

3) ในสถานะของเหลวและของแข็งจะมีสีน้ำเงินอ่อน

4) มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ –183 °C และกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ –218 °C

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.1 แก๊สออกซิเจน (Oxygen) (ต่อ)

**2. การผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรม** มี 2 วิธี คือ

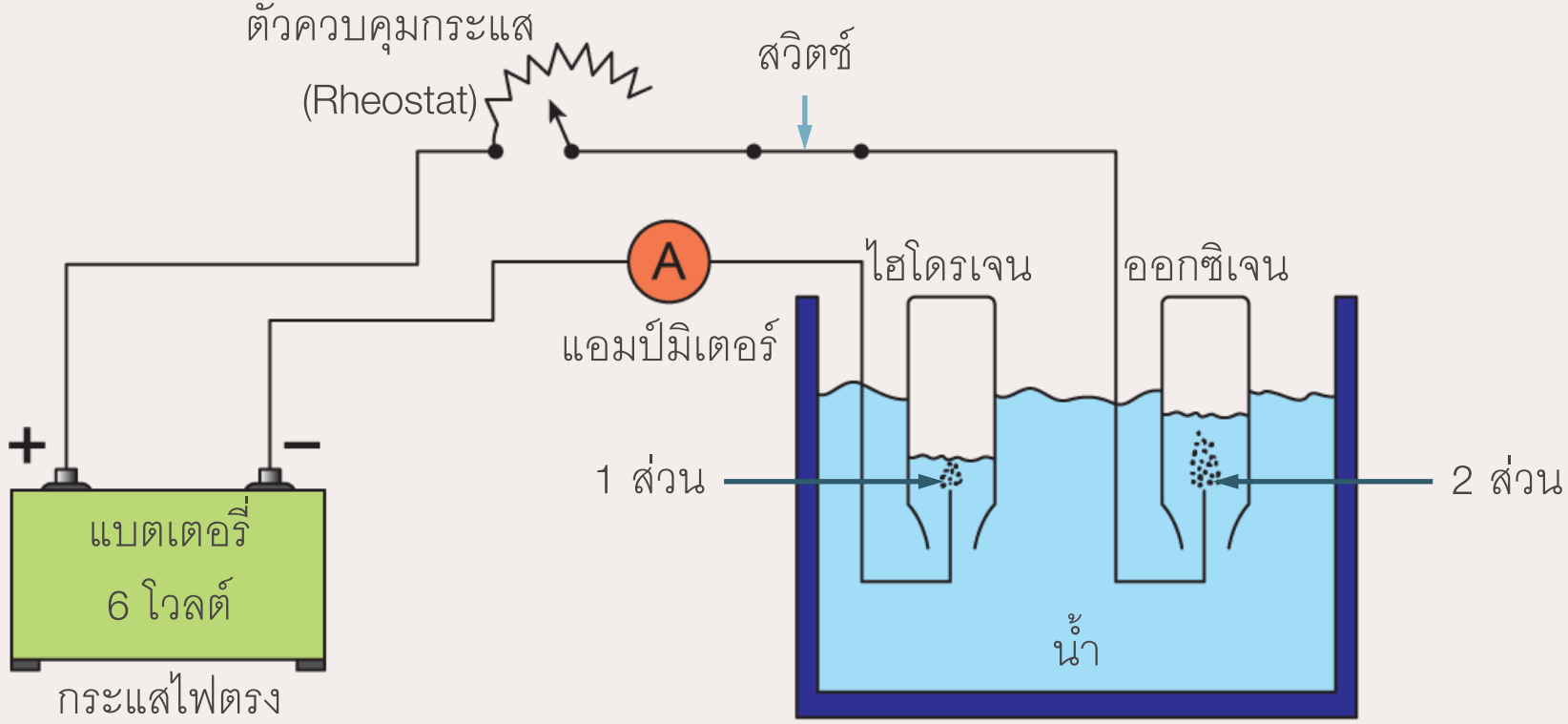
1) การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) เนื่องจากน้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสูตรทางเคมีคือ $H_2O$ นั่นคือธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร ซึ่งการแยกแก๊สออกซิเจนออกจากน้ำจะใช้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงไปในน้ำที่เติมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ลงไปเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวกขึ้น แล้วกระแสไฟฟ้าจะทำให้น้ำแยกตัวออกเป็นแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน การผลิตแก๊สออกซิเจนด้วยวิธีนี้ไม่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีต้นทุนทางการผลิตสูง

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.1 แก๊สออกซิเจน (Oxygen) (ต่อ)

### 2. การผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรม (ต่อ)

1) การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) (ต่อ)



# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.1 แก๊สออกซิเจน (Oxygen) (ต่อ)

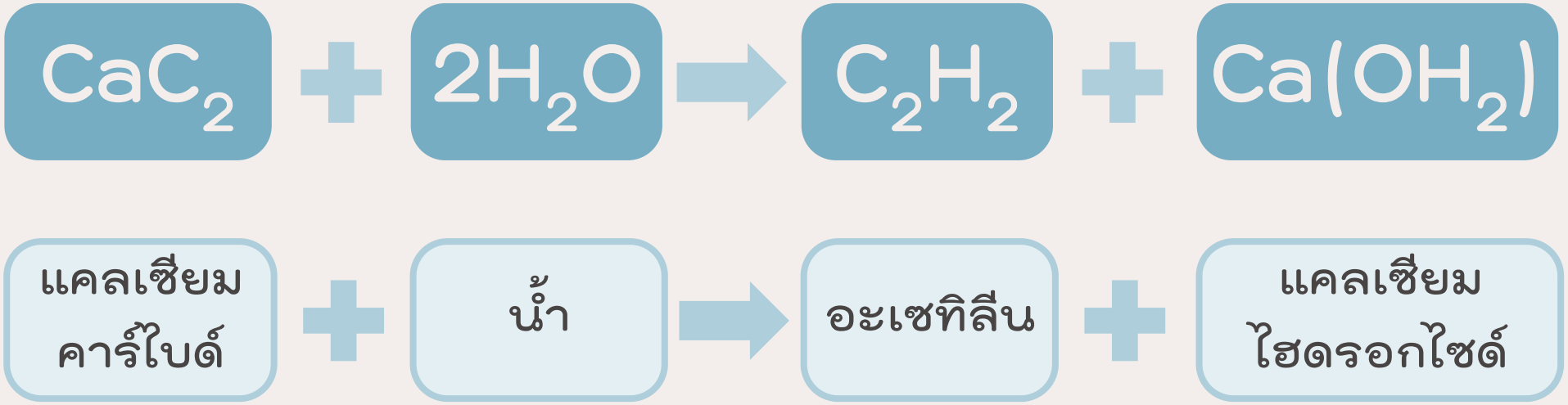
### 2. การผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรม (ต่อ)

2) การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้เป็นอากาศเหลว (Liquefy) โดยการนำอากาศเข้าไปเก็บในถังเก็บแล้วขจัดสิ่งสกปรกออกหลังจากนั้นจะลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจนถึง –200 °C และเพิ่มความดันให้สูงขึ้นทำให้อากาศเปลี่ยนสถานะกลายเป็นของเหลว เรียกว่าอากาศเหลว ซึ่งจะถูกส่งเข้าไปยังหอกลั่นเพื่อแยกแก๊สต่าง ๆ ออกจากกันตามความแตกต่างของจุดเดือด เพราะอากาศเหลวที่ได้นี้มีทั้งแก๊สออกซิเจนและแก๊สไนโตรเจน จากจุดเดือดที่แตกต่างกันทำให้สามารถแยกแก๊สไนโตรเจนออกจากแก๊สออกซิเจนได้ โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเมื่ออากาศเหลวร้อนถึง –196 °C แก๊สไนโตรเจนจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สแล้วระเหยออกมา ส่วนอากาศเหลวที่เหลืออยู่ก็จะมีเพียงแก๊สออกซิเจนเหลวเท่านั้นและเมื่อลดความดันลงแล้วเพิ่มอุณหภูมิอีกประมาณ –183 °C แก๊สออกซิเจนเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สแล้วระเหยออกมาเข้าสู่ถังจัดเก็บ ทำให้ได้แก๊สออกซิเจนที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99%

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene)

เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยคาร์บอน 92.3% และไฮโดรคาร์บอน 7.7% มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ $C_2H_2$ เป็นแก๊สติดไฟ เมื่อเผาไหม้รวมตัวกับแก๊สออกซิเจนจะให้เปลวไฟที่มีความร้อนสูง แก๊สอะเซทิลีนผลิตได้โดยการนำแคลเซียมคาร์ไบด์ ($CaC_2$) รวมกับน้ำทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น โดยคาร์บอนที่อยู่ในแคลเซียมคาร์ไบด์กับไฮโดรเจนที่อยู่ในน้ำรวมตัวกันเป็นแก๊สอะเซทิลีน ($C_2H_2$) ดังสมการ



# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) (ต่อ)

แคลเซียมคาร์ไบด์เป็นสารประกอบระหว่างแคลเซียมกับคาร์บอนมีสูตรทางเคมีคือ $CaC_2$ ผลิตได้โดยนำหินปูน (Calcium Oxide) ไปเผารวมกับถ่านโค้ก (Coke) ในเตาไฟฟ้า (Electric Furnace)

$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$$

แคลเซียมออกไซด์ + ถ่านโค้ก → แคลเซียมคาร์ไบด์ + คาร์บอนมอนอกไซด์

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) (ต่อ)

### 1. สมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

1) ติดไฟได้ เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนแล้วเปลวไฟให้ความร้อนสูงมาก ประมาณ 6,300 °F

2) ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรงคล้ายกระเทียม

3) เบากว่าอากาศปกติ

4) แก๊สอะเซทิลีนสามารถละลายในของเหลวได้

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) (ต่อ)

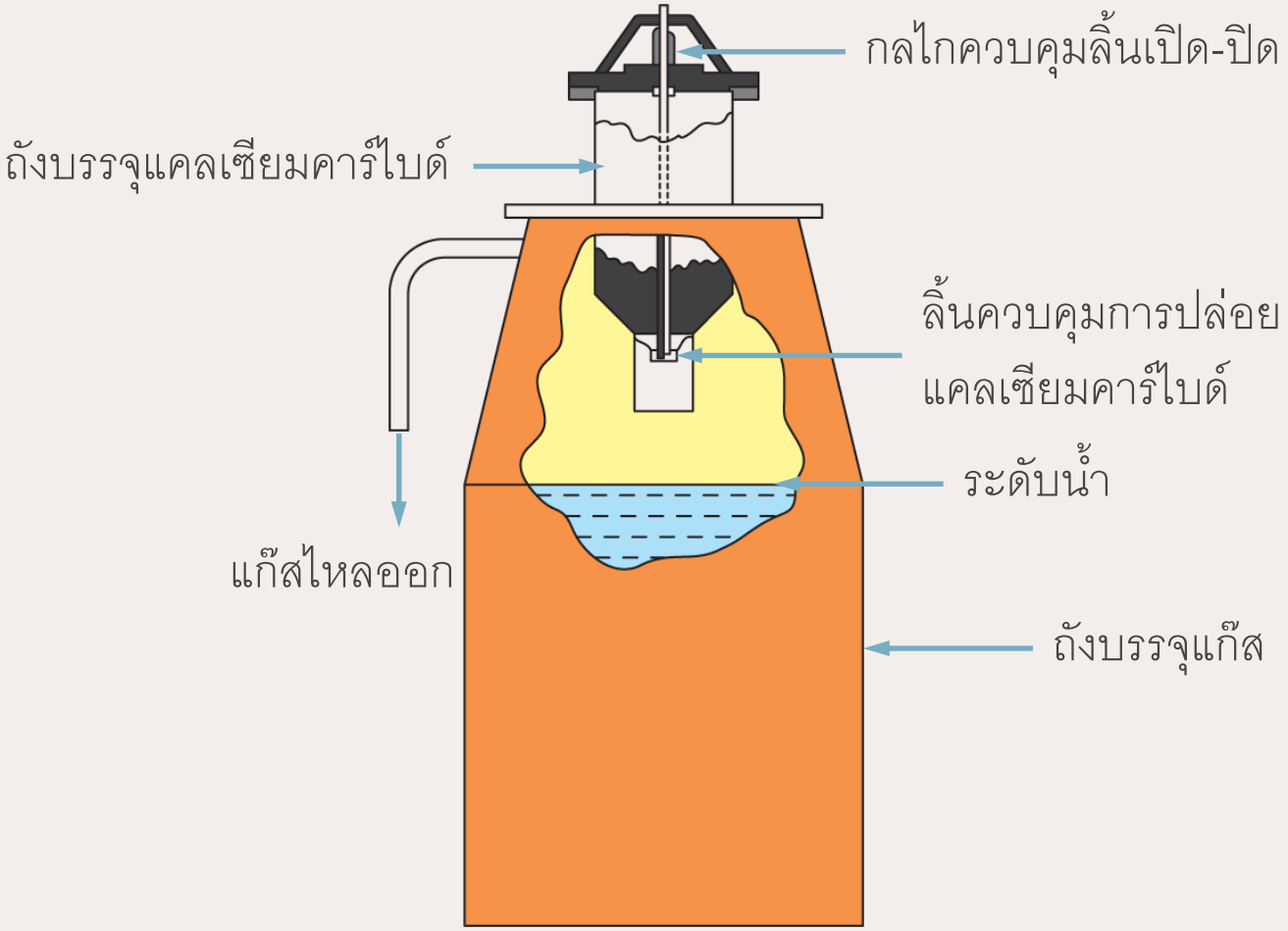
2. **การผลิตแก๊สอะเซทิลีน** สามารถผลิตแก๊สอะเซทิลีนได้ด้วยเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Generators) แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

   1) แบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำ (Carbide to Water) โดยถังจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนบนของถังจะบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ส่วนล่างจะบรรจุน้ำ เมื่อต้องการใช้งานจะปล่อยแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำด้วยความดันของแก๊สภายในถัง เมื่อแคลเซียม-คาร์ไบด์ทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้แก๊สอะเซทิลีนลอยขึ้นสู่ด้านบนออกไปตามท่อแล้วจึงนำออกไปใช้งานซึ่งจะเหลือปูนขาวผสมกับน้ำอยู่ที่ก้นถังมีลักษณะคล้ายโคลน

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) (ต่อ)

ลักษณะของถังผลิตแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำ



# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) (ต่อ)

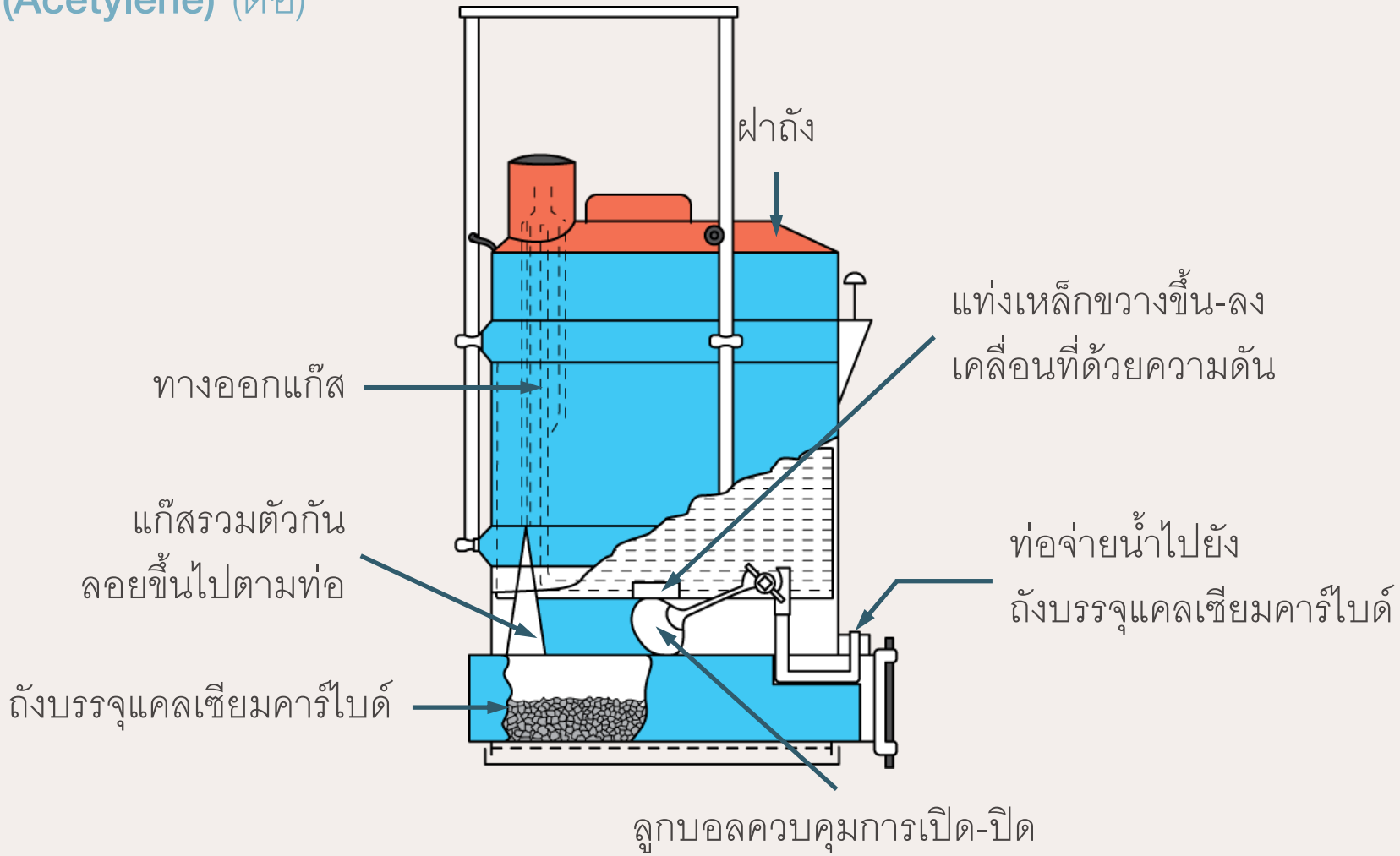
### 2. การผลิตแก๊สอะเซทิลีน (ต่อ)

2) แบบเติมน้ำลงบนแคลเซียมคาร์ไบด์ (Water to Carbide) จะแตกต่างจากแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำ กล่าวคือเป็นการสลับที่กันระหว่างน้ำกับแคลเซียม-คาร์ไบด์ โดยถังจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนบนจะบรรจุน้ำและที่ว่างสำหรับแก๊ส ส่วนล่างจะเป็นที่สำหรับบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ เมื่อต้องการใช้งานจะปล่อยน้ำให้ไหลลงถังแคลเซียมคาร์ไบด์ โดยการใช้ลูกบอลที่มีแท่งโลหะวางขวางอยู่ซึ่งแท่งโลหะนี้จะถูกควบคุมด้วยความดันภายในถัง ซึ่งน้ำจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียม-คาร์ไบด์อย่างรวดเร็วเกิดเป็นแก๊สอะเซทิลีนขึ้นไปเก็บไว้ การผลิตแก๊สอะเซทิลีนด้วยวิธีนี้ควรระวังอย่าให้น้ำเข้าถังแคลเซียมคาร์ไบด์มากเกินไป เพราะอาจส่งผลให้อุปกรณ์อื่น ๆ ชำรุดเสียหายหรือเกิดการระเบิดได้

# 3. ลักษณะของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 3.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) (ต่อ)

ลักษณะของถังผลิตแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมน้ำลงบนแคลเซียมคาร์ไบด์



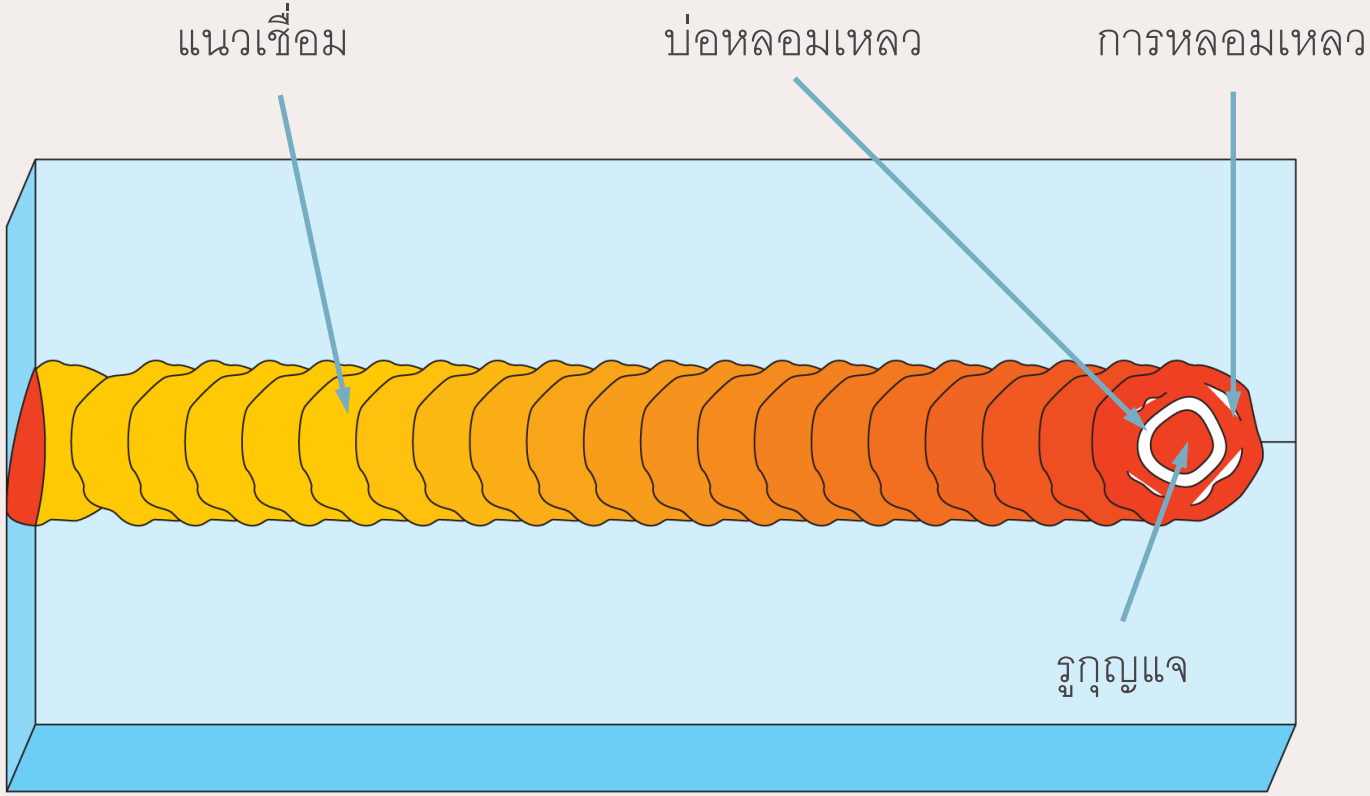
# 4. การสร้างบ่อหลอมเหลว

ในการเชื่อมทุกครั้งต้องใช้เปลวไฟเผาชิ้นงานบริเวณแนวที่จะเชื่อมจนร้อน หลอมละลายเป็นแอ่งกลมหรือที่เรียกว่า บ่อหลอมเหลว (Puddle) โดยจะมีลักษณะคล้ายรูกุญแจ (Keyhole) ซึ่งเป็นส่วนที่ร้อนที่สุด โดยวิธีการสร้างบ่อหลอมเหลวให้ส่ายหัวเชื่อมเล็กน้อยเพื่อให้ความร้อนแก่ชิ้นงานอย่างทั่วถึง เมื่อชิ้นงานหลอมละลายเป็นบ่อหลอมเหลวแล้วจึงเติมลวดเชื่อมลงไปเป็นตัวประสานชิ้นงาน โดยส่ายหัวเชื่อมพร้อมกับเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ พยายามรักษาระยะห่างและจังหวะการส่ายหัวเชื่อมให้สัมพันธ์กับการป้อนลวดเชื่อมตลอดเวลา

การส่ายหัวเชื่อมสามารถทำได้หลายลักษณะซึ่งขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้ปฏิบัติงานเชื่อม ทั้งนี้จะต้องพิจารณาความกว้างให้พอเหมาะกับขนาดความหนาและรอยต่อของชิ้นงาน หากส่ายหัวเชื่อมกว้างบ่อหลอมเหลวที่ได้จะมีขนาดใหญ่และลึกลงไปในชิ้นงานมาก การประสานซึมลึกในชิ้นงานของแนวเชื่อมจะดียิ่งขึ้น ถ้าชิ้นงานหนาบ่อหลอมเหลวจะต้องกว้างตามไปด้วย ส่วนชิ้นงานบางการส่ายหัวเชื่อมต้องแคบลงเพื่อให้บ่อหลอมเหลวมีขนาดเล็กลงเหมาะสมกับขนาดงาน หากส่ายหัวเชื่อมกว้างเกินไปจะมีความร้อนสะสมมากอาจทำให้ชิ้นงานทะลุได้ ดังนั้นการส่ายหัวเชื่อมต้องสัมพันธ์กับชิ้นงานและลักษณะของรอยต่อด้วย

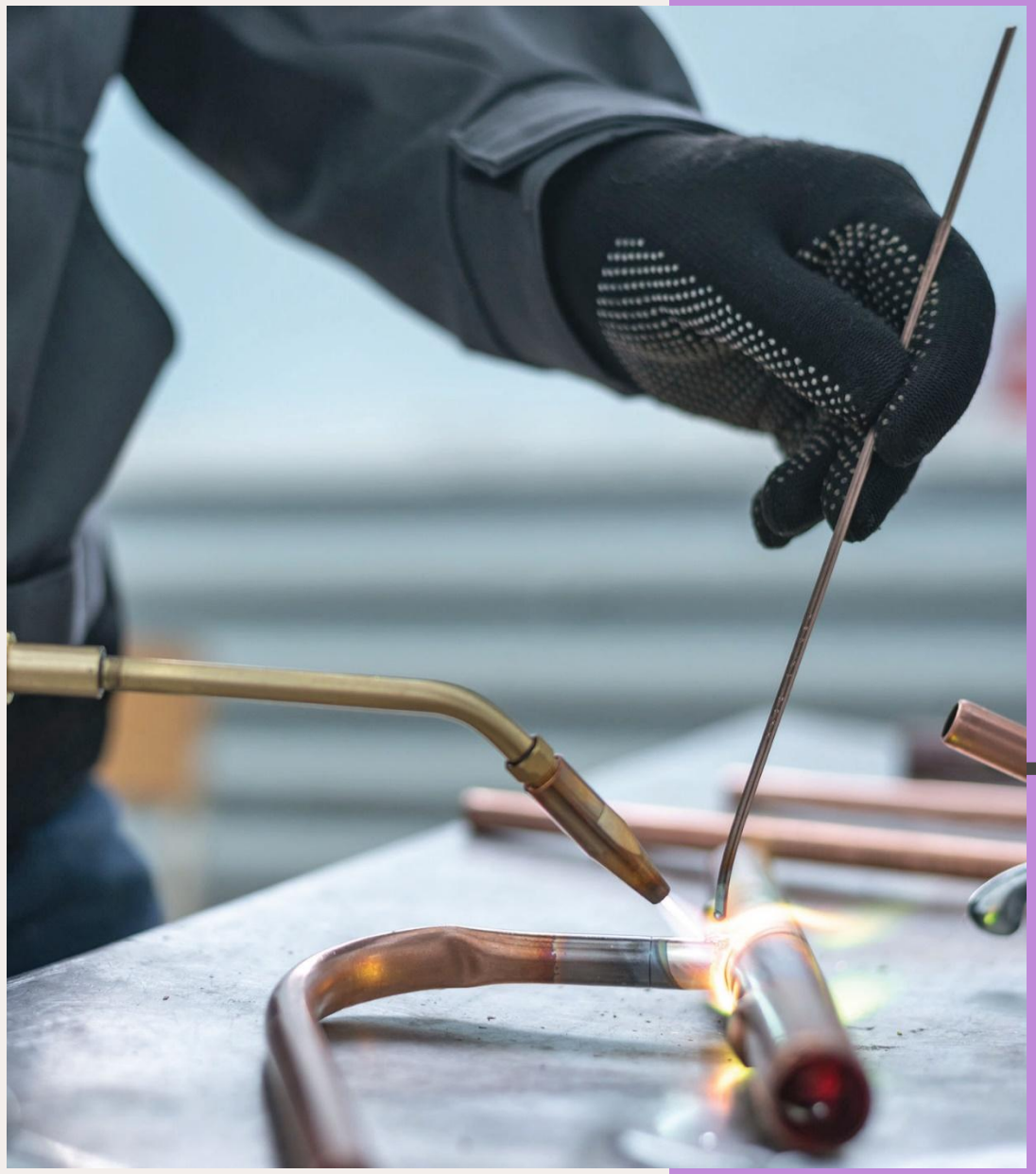
# 4. การสร้างบ่อหลอมเหลว

ลักษณะการสร้าง
บ่อหลอมเหลว



# สรุป

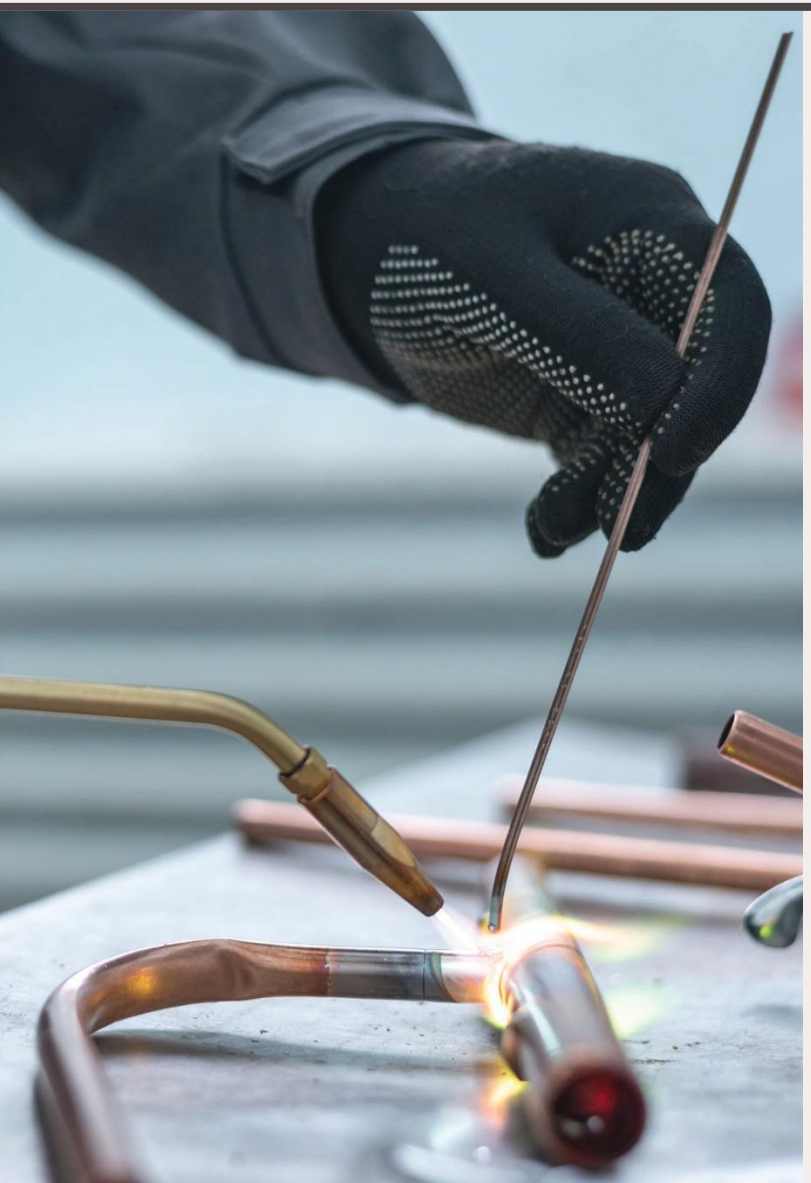
การเชื่อมออกซีอะเซทิลีนเป็นกระบวนการเชื่อมโลหะให้ติดกันโดยการใช้ความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดจากการผสมระหว่างแก๊สออกซิเจน ($O_2$) กับแก๊สอะเซทิลีน ($C_2H_2$) ซึ่งให้อุณหภูมิสูงถึง 6,300 °F ทำให้โลหะหลอมละลายเป็นแอ่ง เมื่อแอ่งเล็ก ๆ รวมตัวเป็นแอ่งเดียวกัน โลหะจะถูกประสานเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ ซึ่งเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมจะแบ่งเป็น 3 ชนิด คือเปลวคาร์บูไรซิง เปลวนิวทรัล และเปลวออกซิไดซิง



# ตำแหน่งท่าเชื่อม และรอยต่อ ในงานเชื่อมแก๊ส

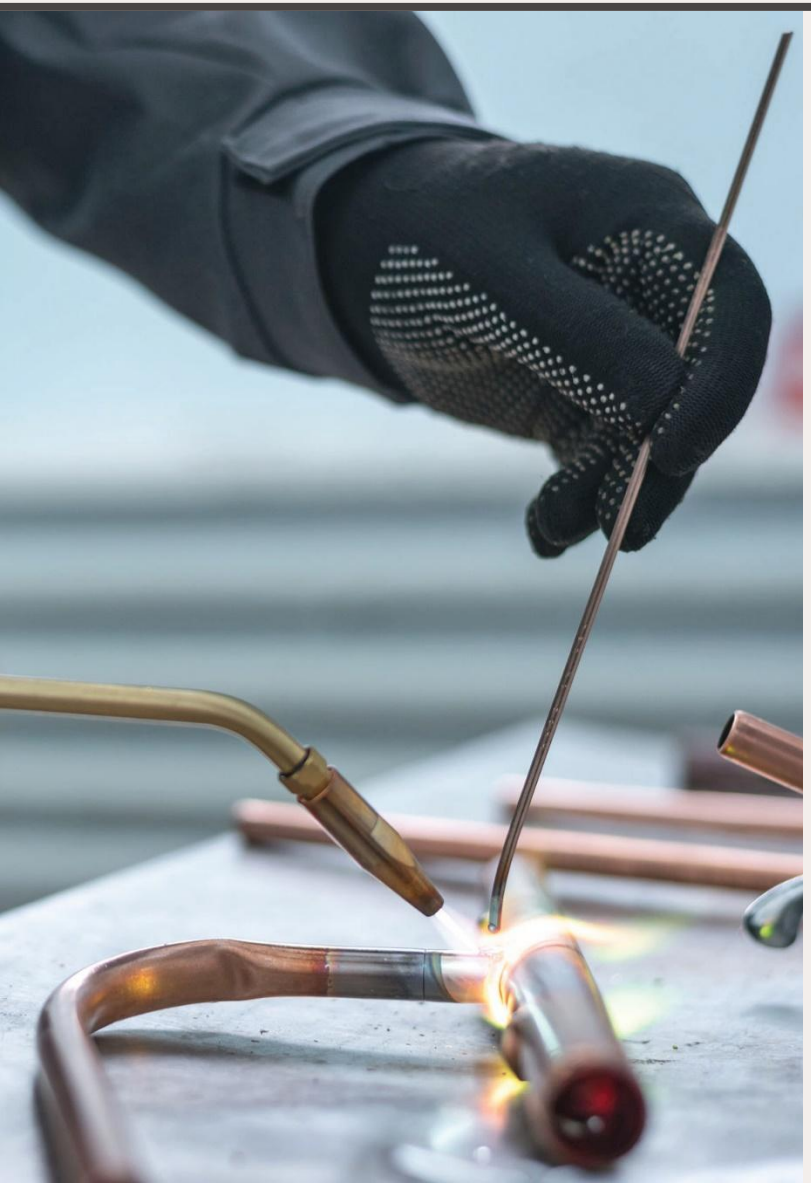
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

# สาระสำคัญ



ในการปฏิบัติเชื่อมแก๊สเป็นการเชื่อมที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งท่าเชื่อมและชนิดของรอยต่อ โดยลักษณะงานบางชนิดอาจจะใช้ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อที่แตกต่างกัน ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะส่งผลให้งานเชื่อมที่ได้มีคุณภาพและความแข็งแรง

# สาระการเรียนรู้



01 ตำแหน่งท่าเชื่อม

02 รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

## สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

## จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของตำแหน่งท่าเชื่อมได้
2. จำแนกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมแก๊สได้

# 1. ตำแหน่งท่าเชื่อม

ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position) หมายถึงตำแหน่งและทิศทางการเชื่อมของรอยเชื่อม ซึ่งในมาตรฐานงานเชื่อมจะต้องระบุตำแหน่งท่าเชื่อมไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมแก๊สหรือเชื่อมไฟฟ้า เพื่อให้การเชื่อมเป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้ สำหรับตำแหน่งท่าเชื่อมพื้นฐานมีทั้งหมด 4 ท่า คือ

1.1 ท่าราบ

1.2 ท่าระดับ

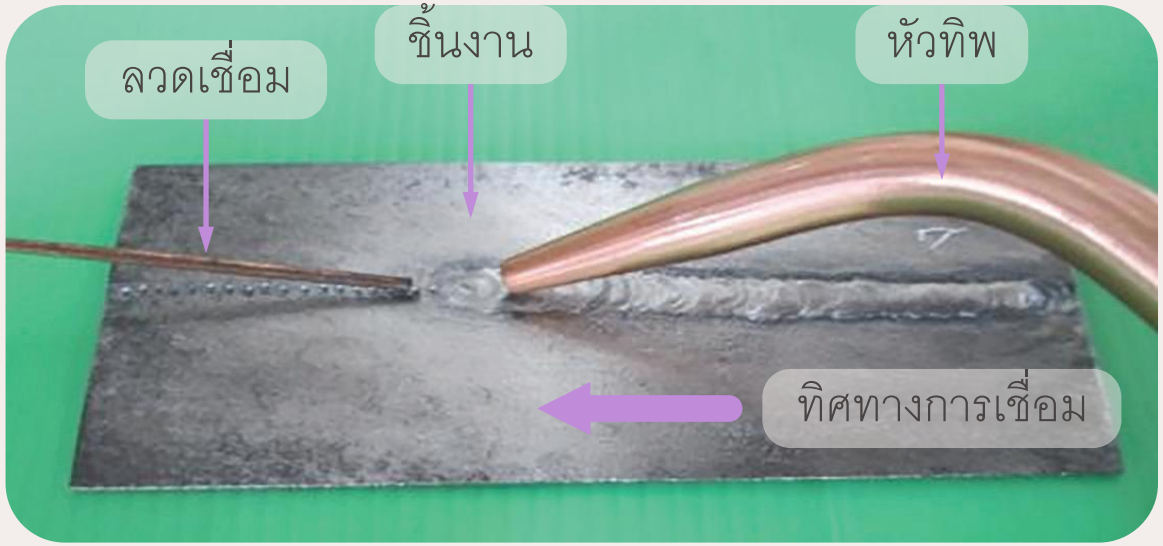
1.3 ท่าตั้ง

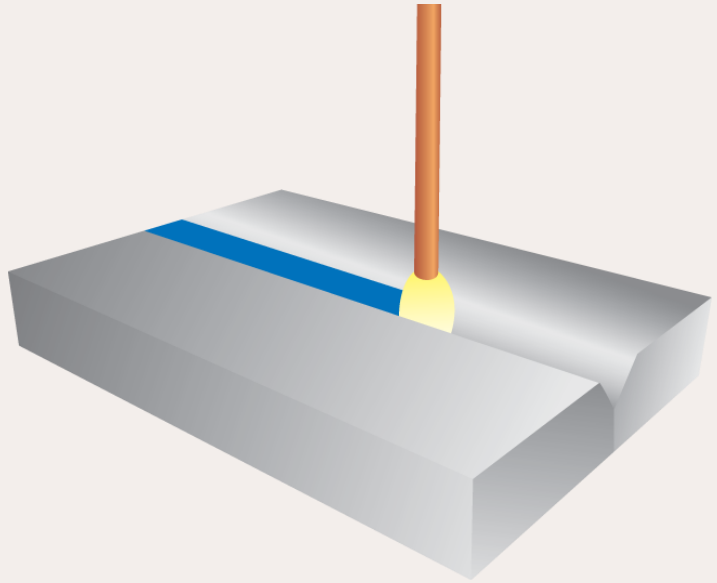
1.4 ท่าเหนือศีรษะ

# 1. ตำแหน่งท่าเชื่อม

## 1.1 ท่าราบ (Flat Position)

เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในระนาบเดียวกันกับพื้นราบ สามารถควบคุมการหลอมเหลวของน้ำโลหะให้เกิดการซึมลึกที่สมบูรณ์ได้ง่าย เนื่องจากไม่มีปัญหาเรื่องแรงดึงดูดของโลก จึงเป็นท่าเชื่อมที่เชื่อมง่ายกว่าท่าเชื่อมอื่น ๆ

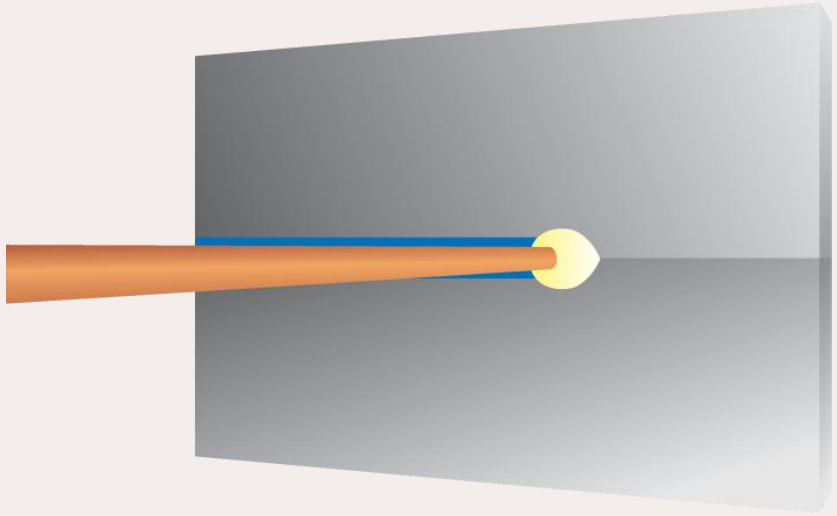


# 1. ตำแหน่งท่าเชื่อม

## 1.2 ท่าระดับ (Horizontal Position) หรือท่าขนานนอน

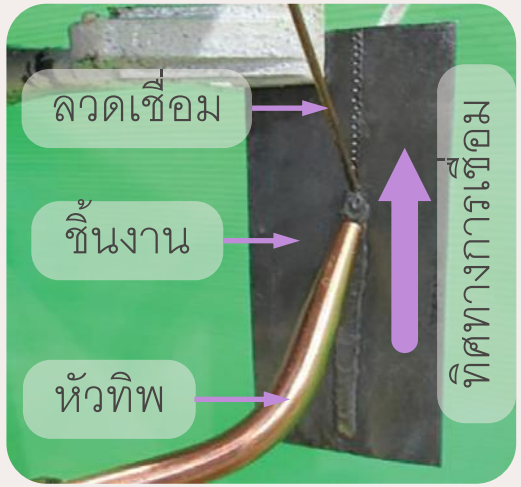
เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระดับซึ่งขนานกับแนวระนาบของพื้น การเชื่อมท่าระดับนี้แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อมทำให้รอยเชื่อมไหลย้อยลงด้านล่างเสมอ จึงควรเชื่อมโดยให้ปลายหัวทิพเงยขึ้นซึ่งเปลวไฟที่พุ่งขึ้นจะช่วยพยุงน้ำโลหะให้ไหลย้อยลงมาน้อยที่สุด หากรอยเชื่อมย้อยลงมาอาจมีผลทำให้เกิดรอยแหว่งขอบแนว (Undercut) ซึ่งเป็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบริเวณขอบด้านบนของรอยเชื่อม

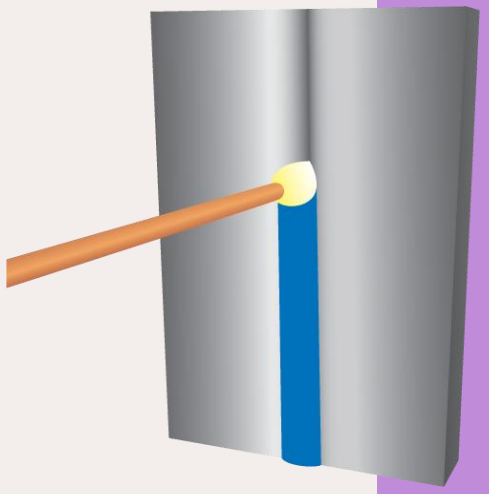


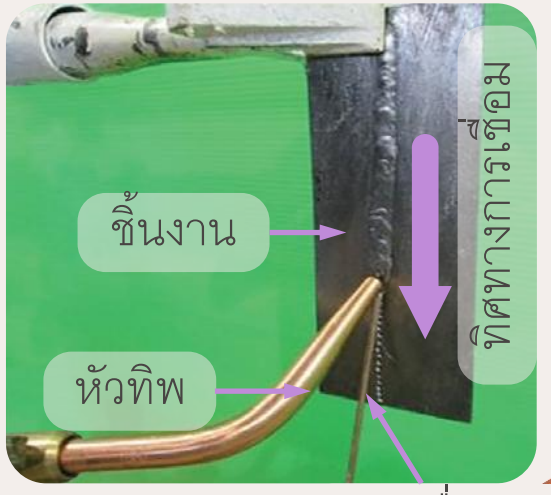
# 1. ตำแหน่งท่าเชื่อม

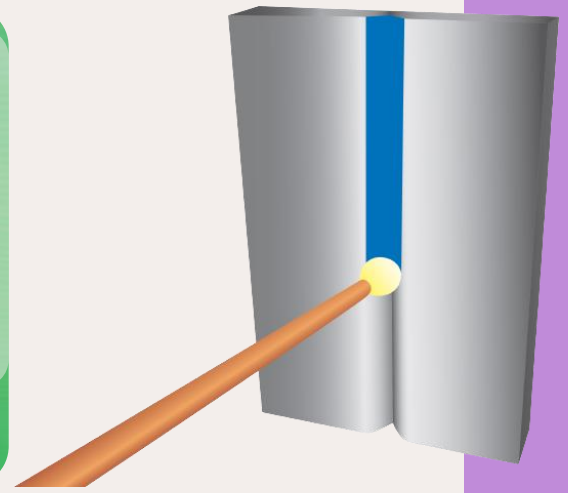
## 1.3 ท่าตั้ง (Vertical Position)

เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวดิ่ง รอยเชื่อมจะตั้งฉากกับแนวระนาบของพื้น การเชื่อมท่าเชื่อมนี้แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อมเช่นเดียวกันกับท่าระดับ โดยการเชื่อมท่าตั้งจะแบ่งเป็น 2 แบบ คือท่าตั้งเชื่อมขึ้น (Vertical Up) ซึ่งเป็นการเชื่อมจากด้านล่างขึ้นด้านบน เหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนา และท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down) ซึ่งเป็นการเชื่อมจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง เหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนาไม่มากนัก เพราะน้ำโลหะจะไหลลงมาอย่างรวดเร็ว





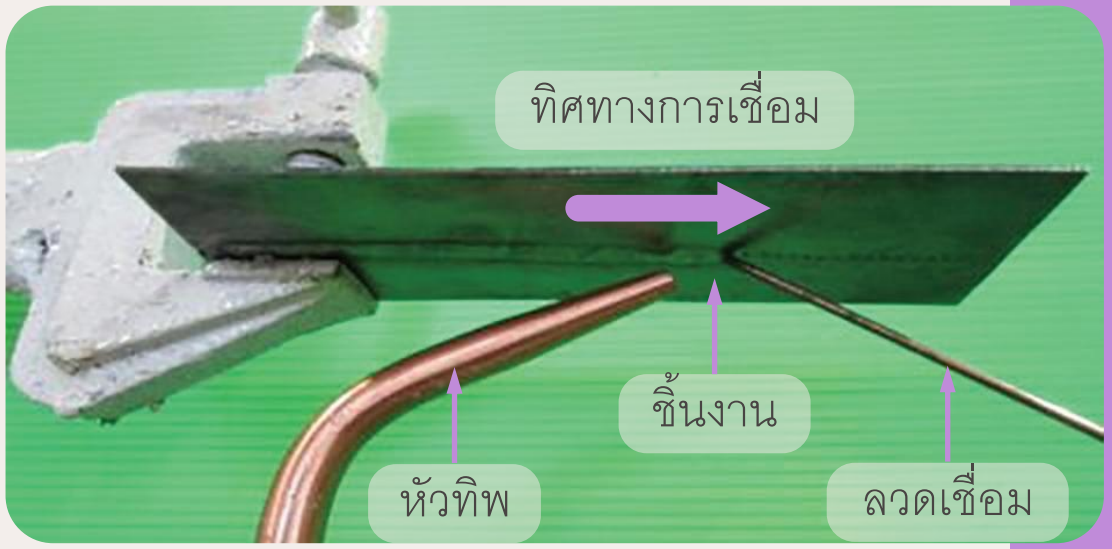



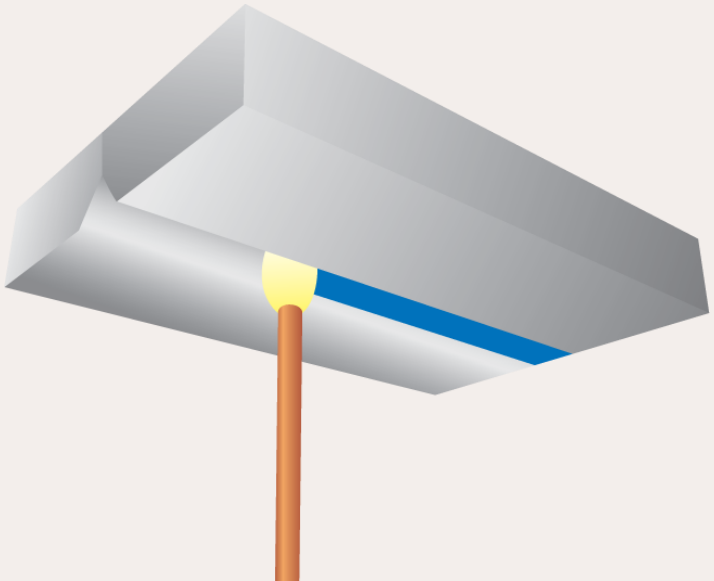
ลวดเชื่อม

# 1. ตำแหน่งท่าเชื่อม

## 1.4 ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)

เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระนาบในระดับเหนือศีรษะของผู้เชื่อม ทอร์ชเชื่อมจะอยู่ด้านล่างของชิ้นงาน การเชื่อมท่านี้ถือว่ายากกว่าท่าเชื่อมอื่น ๆ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกจะทำให้น้ำโลหะที่หลอมเหลวไหลย้อยลงมา ซึ่งมีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก เช่น น้ำโลหะและสะเก็ดไฟอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อม หรือเกิดข้อบกพร่องในรอยเชื่อม ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต้องมีความชำนาญเป็นอย่างมากและมีการป้องกันอันตรายเป็นอย่างดีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน



# 2. รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

รอยต่อ (Type of Joint) ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สแบ่งเป็น 5 ลักษณะ คือ

2.1 รอยต่อชน

2.2 รอยต่อมุม

2.3 รอยต่อขอบ

2.4 รอยต่อเกย

2.5 รอยต่อรูปตัวที

# 2. รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.1 รอยต่อชน (Butt Joint)

คือการนำชิ้นงาน 2 ชิ้น มาวางชนกัน โดยชิ้นงานทั้งสองนี้ต้องอยู่ในระดับเดียวกัน อาจจะเว้นช่องว่างหรือไม่เว้นก็ได้ เพราะบางครั้งมีการบากงานที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน

# 2. รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

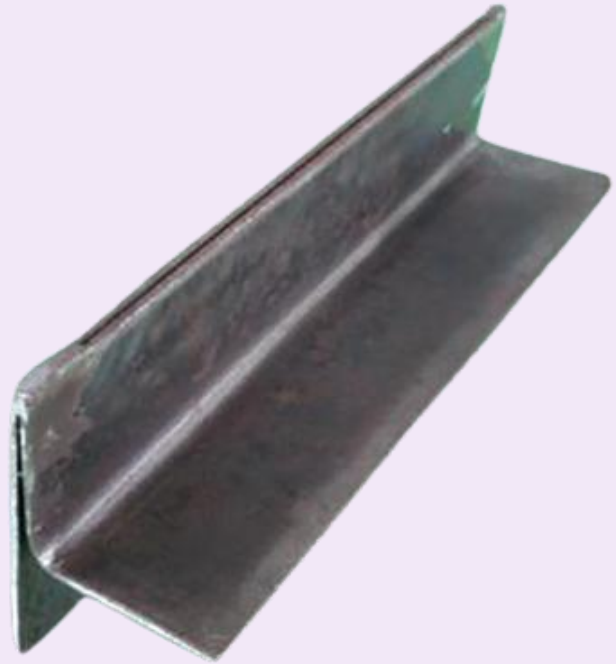
## 2.2 รอยต่อมุม (Corner Joint)

คือการนำขอบของชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้นมาวางตั้งฉากกันให้มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยบริเวณปลายสุดของชิ้นงานเกิดเป็นมุม 90° หรืออาจจะมากหรือน้อยกว่า 90° สามารถเชื่อมได้ทั้งมุมด้านนอกและมุมด้านใน มีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับการออกแบบการเชื่อม

# 2. รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.3 รอยต่อขอบ (Edge Joint)

คือการนำขอบของชิ้นงาน 2 ชิ้น มาวางให้ผิวชิ้นงานซ้อนกัน โดยขอบของชิ้นงานจะต้องเท่ากันและขนานกันไปตลอดรอยเชื่อม การเชื่อมจะต้องเชื่อมที่ผิวหน้าของขอบชิ้นงาน นิยมใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดบาง ๆ



# 2. รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.4 รอยต่อเกย (Lap Joint)

คือการนำชิ้นงาน 2 ชิ้น มาวางในลักษณะเกยหรือซ้อนกันบางส่วนบริเวณริมหรือขอบของชิ้นงาน แล้วเชื่อมบริเวณขอบของชิ้นงานที่เกยซ้อนกันอยู่ รอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจะสามารถรับแรงเฉือนได้ดี นิยมใช้ในงานบัดกรีแข็ง การเชื่อมด้วยความต้านทาน เช่น รอยเชื่อมอุด (Plug Weld) หรือการเชื่อมจุด (Spot Welding)

# 2. รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

## 2.5 รอยต่อรูปตัวที (T-Joint)

คือการนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่งวางตั้งลงบนผิวของชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งให้มีลักษณะคล้ายตัว T อาจบากชิ้นงานชิ้นที่วางตั้งหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงานและการออกแบบ รอยต่อรูปตัวทีจะมีลักษณะเป็นรอยเชื่อมมุมหรือแบบฟิลเล็ต (Fillet Weld)

# สรุป

ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position) เป็นตำแหน่งและทิศทางการเชื่อมของรอยเชื่อม ซึ่งในมาตรฐานงานเชื่อมจะต้องระบุตำแหน่งท่าเชื่อมไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมแก๊สหรือเชื่อมไฟฟ้า เพื่อให้การเชื่อมเป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้สำหรับท่าเชื่อมพื้นฐานมี 4 ท่า คือท่าราบ (Flat Position) ท่าระดับ (Horizontal Position) ท่าตั้ง (Vertical Position) และท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position) ส่วนรอยต่อ (Joint) ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สมี 5 ลักษณะ คือรอยต่อชน (Butt Joint) รอยต่อมุม (Corner Joint) รอยต่อขอบ (Edge Joint) รอยต่อเกย (Lap Joint) และรอยต่อรูปตัวที (T-Joint)

# เทคนิค
# ในการเชื่อมแก๊ส

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

# สาระสำคัญ

ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมโลหะด้วยวิธีการเชื่อมแก๊สออกซี-อะเซทิลีนต้องการให้รอยเชื่อมซึมลึก มีลักษณะเป็นรอยเชื่อมทะลุออกด้านหลังของแผ่นงานเชื่อม เนื่องจากการซึมลึกที่ดีจะทำให้รอยเชื่อมที่ได้มีความแข็งแรง ส่วนรอยเชื่อมที่ซึมลึกได้ไม่ดีจะเกิดการแตกหักที่รอยเชื่อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เทคนิคในการเชื่อมแก๊ส ซึ่งผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องเรียนรู้และฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ

# สาระการเรียนรู้

01 เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

02 มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

03 ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

# สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับเทคนิคในการเชื่อมแก๊ส

# จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเทคนิคในการเชื่อมแก๊สได้
2. อธิบายการเอียงมุมหัวทิพและมุมลวดเชื่อมแก๊สได้
3. อธิบายการส่ายหัวทิพได้
4. บอกความหมายของลวดเชื่อมแก๊สได้
5. บอกลักษณะข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไขได้

# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมทั่วไปมีการใช้โลหะที่หลากหลายซึ่งสมบัติโลหะแต่ละชนิด ลักษณะของรอยต่อ หรือแม้แต่ความหนาของชิ้นงานที่แตกต่างกันก็ต้องเลือกใช้เทคนิคการเชื่อมที่ต่างกันเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ดังนั้นการเชื่อมโลหะที่แตกต่างกันจะต้องศึกษาเทคนิคในการเชื่อมแก๊สดังนี้

1.1 เทคนิควิธีการเชื่อม

1.2 เทคนิคการควบคุมรอยเชื่อม

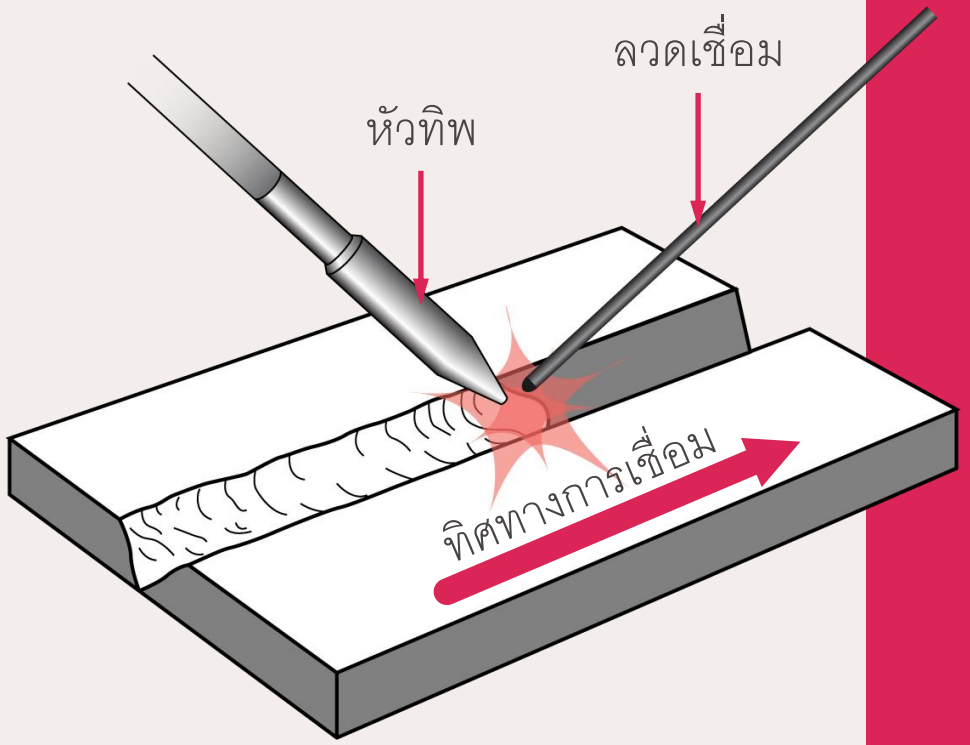
1.3 เทคนิคการเอียงมุมหัวทิพและมุมลวดเชื่อมแก๊ส

1.4 เทคนิคการส่ายหัวทิพ

# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.1 เทคนิควิธีการเชื่อม

1. **การเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวทิพ (Forehand Welding)** เป็นเทคนิคการเชื่อมที่หัวทิพเอียงทำมุม 45° กับแนวดิ่ง เพื่อที่เปลวไฟจะให้ความร้อนกับโลหะงานจนเกิดบ่อหลอมเหลว แล้วจึงนำปลายลวดเชื่อมเติมลงในบ่อหลอมเหลว โดยให้ลวดเชื่อมเอียงทำมุมประมาณ 30°-45° กับโลหะงาน เทคนิคการเชื่อมแบบนี้เหมาะสำหรับการเชื่อมโลหะบางหรือโลหะที่มีความหนาไม่เกิน 3 mm รวมถึงการเชื่อมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง หรืออื่นๆ



# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.1 เทคนิควิธีการเชื่อม (ต่อ)

### 1. การเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวทิพ (Forehand Welding) (ต่อ)

ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมที่มีความชำนาญสามารถเพิ่มหรือลดปริมาณความร้อนของบ่อหลอมเหลวได้ โดยการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของหัวทิพและลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน ถ้าหัวทิพทำมุมเอียงกับแนวดิ่งน้อยกว่า 15° จะได้รอยเชื่อมที่ซึมลึกมาก แต่ถ้าหัวทิพทำมุมเอียงกับแนวดิ่งมากกว่า 15° จะทำให้เกิดแรงดันจากบ่อหลอมเหลวทำให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางการเชื่อมได้เร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยป้องกันโลหะงานเชื่อมทะลุและเหมาะสมกับการเชื่อมโลหะงานบางส่วน

# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.1 เทคนิควิธีการเชื่อม (ต่อ)

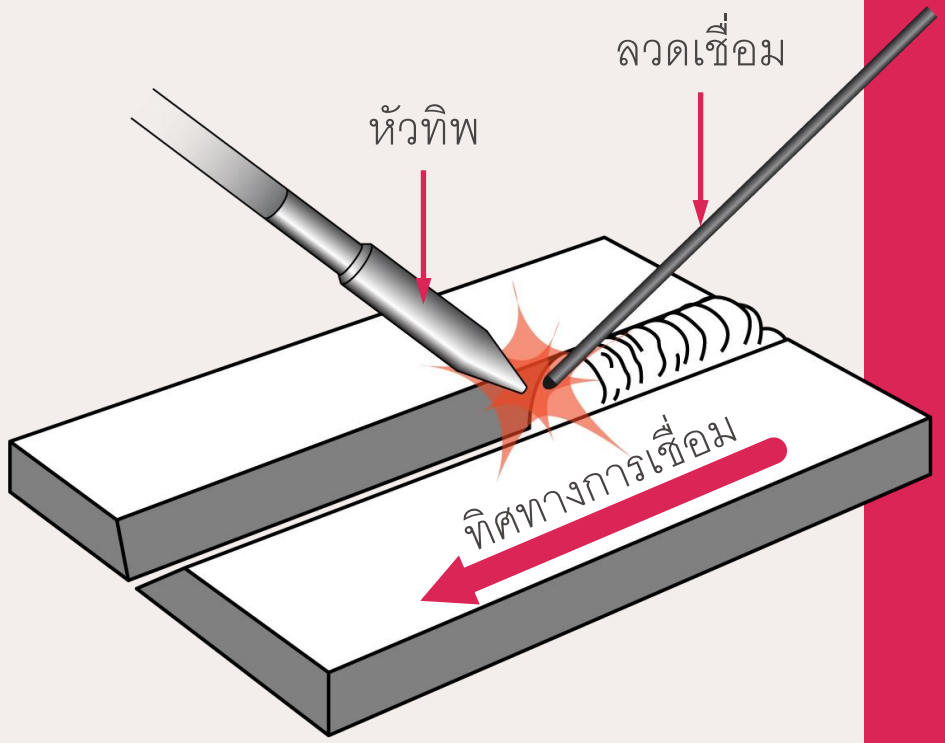
### 1. การเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวทิพ (Forehand Welding) (ต่อ)

การดึงลวดเชื่อมออกจากบ่อหลอมเหลวในขณะเชื่อมนั้นจะต้องให้ปลายของลวดเชื่อมคงอยู่ในบริเวณที่ทำการเชื่อมเพื่อป้องกันไม่ให้ปลายของลวดเชื่อมสัมผัสกับแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศซึ่งจะทำให้ปลายลวดเชื่อมเกิดออกไซด์ได้ การใช้เทคนิคการเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวทิพจะต้องให้ขอบล่างของรอยต่องานหลอมเหลวอยู่ตลอดแล้วจึงเติมลวดเชื่อม ถ้าหากเติมลวดเชื่อมเข้าไปในขณะที่ขอบด้านล่างของรอยต่อยังไม่หลอมเหลวจะทำให้เกิดการหลอมตัวระหว่างเนื้อเชื่อมกับเนื้อโลหะงานไม่เข้ากัน (Lack of Fusion) ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการให้หัวทิพทำมุมตั้งดิ่งกับพื้นผิวหน้าโลหะงานที่จะเชื่อมให้มากขึ้น และให้เปลวไฟเชื่อมหลอมโลหะงานจนเป็นรูกุญแจ (Keyhole) แล้วจึงเติมลวดเชื่อมเพื่อการหลอมเหลวของรอยเชื่อมที่สมบูรณ์และแข็งแรง

# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.1 เทคนิควิธีการเชื่อม (ต่อ)

2. **การเชื่อมแบบหัวทิพนำหน้าลวดเชื่อม (Backhand Welding)** เป็นเทคนิคที่ไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนักเมื่อเทียบกับการเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวทิพเพราะเป็นการเชื่อมแบบเดินถอยหลัง แต่สามารถควบคุมบ่อหลอมเหลวได้ง่ายกว่าการเชื่อมแบบเดินหน้า จึงเหมาะกับการเชื่อมซึมลึก (Penetration) และเชื่อมโลหะที่มีความหนามากกว่า 3 mm



# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.1 เทคนิควิธีการเชื่อม (ต่อ)

### 2. การเชื่อมแบบหัวทิพนำหน้าลวดเชื่อม (Backhand Welding) (ต่อ)

สำหรับผู้ปฏิบัติงานเชื่อมที่ถนัดขวาอาจจะเริ่มเชื่อมจากซ้ายไปขวา มุมเอียงของหัวทิพจะขึ้นอยู่กับความหนาของโลหะงาน หากโลหะงานหนาหัวทิพจะเอียงน้อยกว่าโลหะงานบาง เพื่อให้ได้การซึมลึกที่ดีและสมบูรณ์ หรือการกวนลวดเชื่อมในบ่อหลอมเหลวเพื่อให้เนื้อโลหะเข้ากันดีซึ่งขึ้นอยู่กับการเติมลวดเชื่อม โดยลวดเชื่อมจะหลอมพร้อมกับการเจาะรูกุญแจ (Keyhole)

# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.2 เทคนิคการควบคุมรอยเชื่อม

1. **การเลือกลวดเติมให้ถูกต้อง (Correct Filler Rod)** สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกใช้ลวดเชื่อมแก๊สมี 2 ประการ คือ

   1) ลวดเชื่อมจำเป็นจะต้องมีสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับโลหะงาน

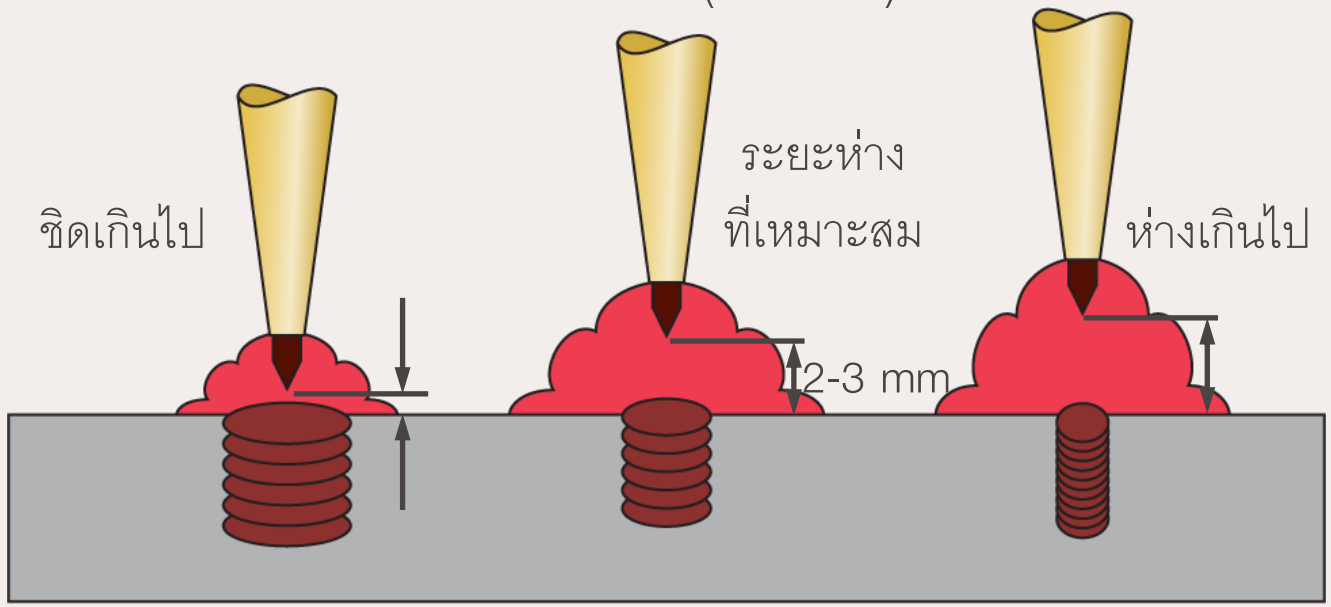
   2) ขนาดของลวดเชื่อมจะต้องสัมพันธ์กับความหนาของโลหะงาน

2. **ปริมาณความร้อนที่เหมาะสม (Correct Volume of Heat)** จะขึ้นอยู่กับปริมาณของแก๊สที่ผ่านหัวทิพและขนาดของหัวทิพซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับความหนาของโลหะงาน ถ้าเลือกใช้หัวทิพที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้โลหะงานได้รับความร้อนมากเกินไปจนอาจทะลุได้ แต่ถ้าเลือกใช้หัวทิพที่มีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้โลหะงานได้รับความร้อนไม่เพียงพอที่จะหลอมเหลวอาจทำให้ไม่เกิดบ่อหลอมเหลว ซึ่งในการพิจารณาเลือกขนาดของหัวทิพที่เหมาะสมกับงานสามารถดูได้จากคำแนะนำของผู้ผลิต

# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.2 เทคนิคการควบคุมรอยเชื่อม (ต่อ)

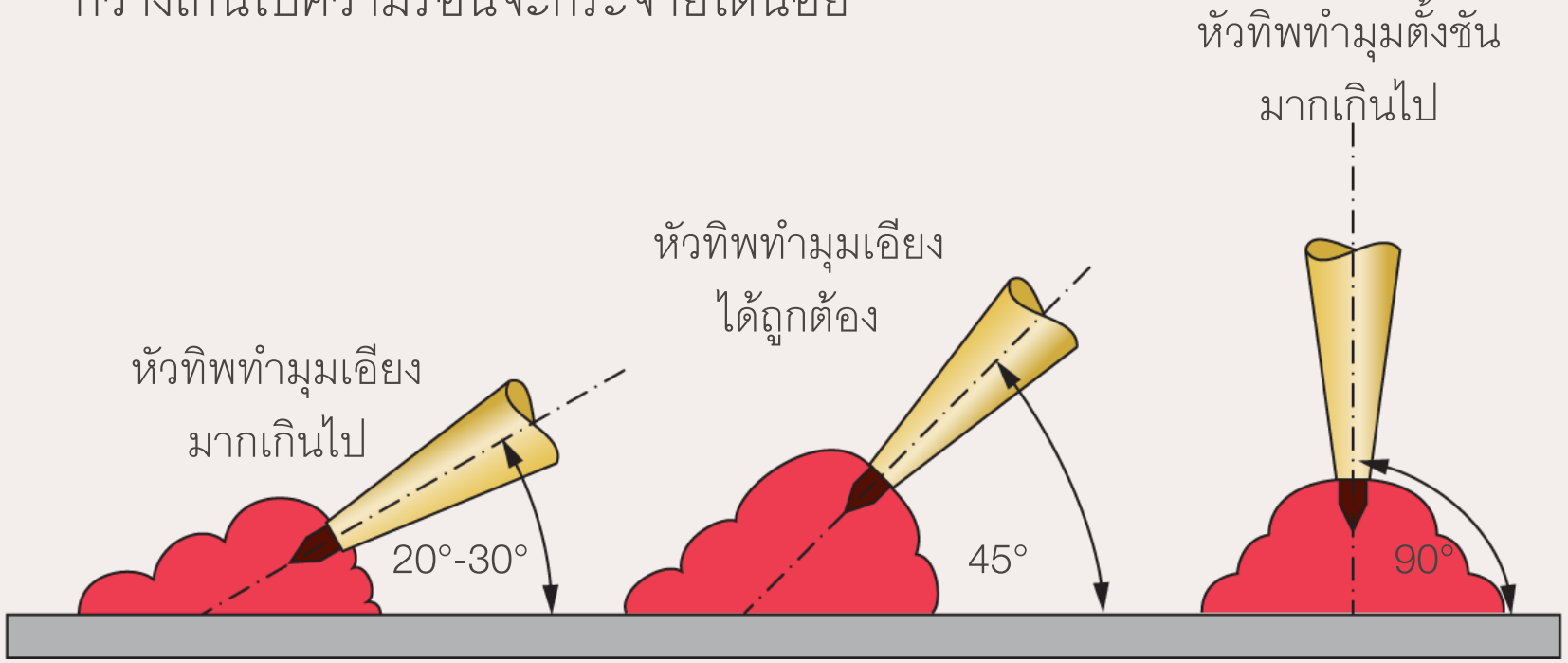
3. **ระยะห่างกรวยไฟที่เหมาะสม (Correct Cone Flame Distance)** คือระยะของเปลวไฟเชื่อมจากปลายหัวทิพถึงเปลวไฟ ซึ่งแต่ละช่วงจะมีอุณหภูมิที่ต่างกัน ช่วงที่มีอุณหภูมิสูงสุดจะมีระยะห่างจากกรวยไฟประมาณ 2-3 mm ถ้ามีระยะห่างมากเกินไปจะทำให้เกิดบ่อหลอมเหลวกว้างเพราะความร้อนจะกระจายมาก แต่ถ้าระยะห่างแคบหรือชิดมากเกินไปจะเกิดไฟย้อนกลับ (Backfire) ได้



# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.2 เทคนิคการควบคุมรอยเชื่อม (ต่อ)

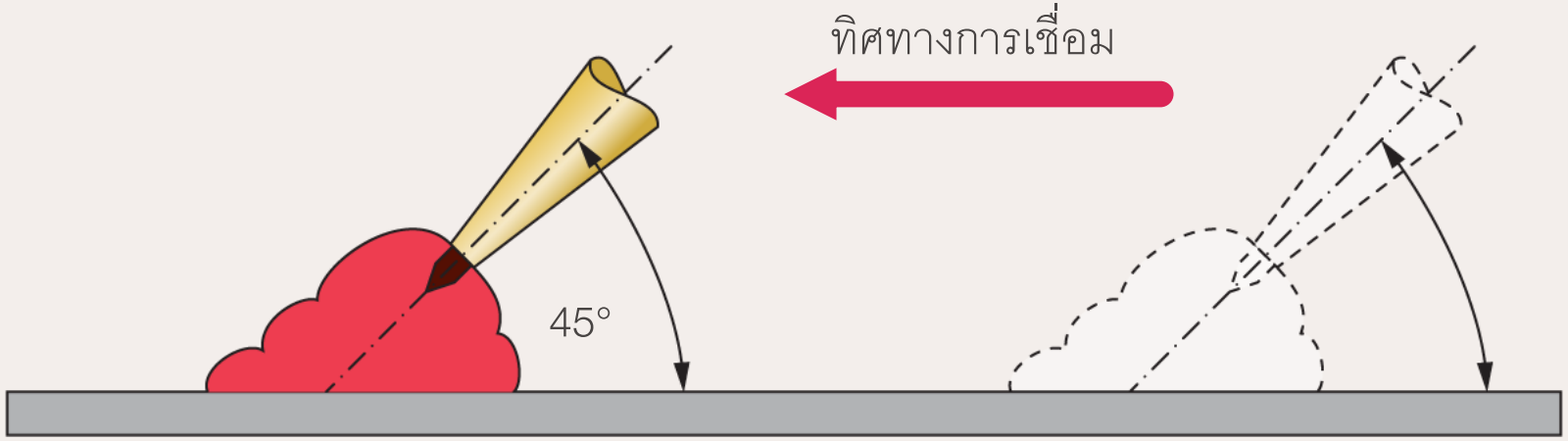
4. **มุมหัวทิพและมุมลวดเชื่อมที่เหมาะสม (Correct Tip and Rod Angle)** มุมหัวทิพจะมีผลต่อความร้อนในการเชื่อม โดยปกตินิยมใช้มุมนำประมาณ 45° มุมด้านข้างตั้ง 90° ถ้าหัวทิพเอียงทำมุมแคบเกินไปความร้อนจะกระจายได้มากแต่ถ้าหัวทิพเอียงทำมุมกว้างเกินไปความร้อนจะกระจายได้น้อย



# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.2 เทคนิคการควบคุมรอยเชื่อม (ต่อ)

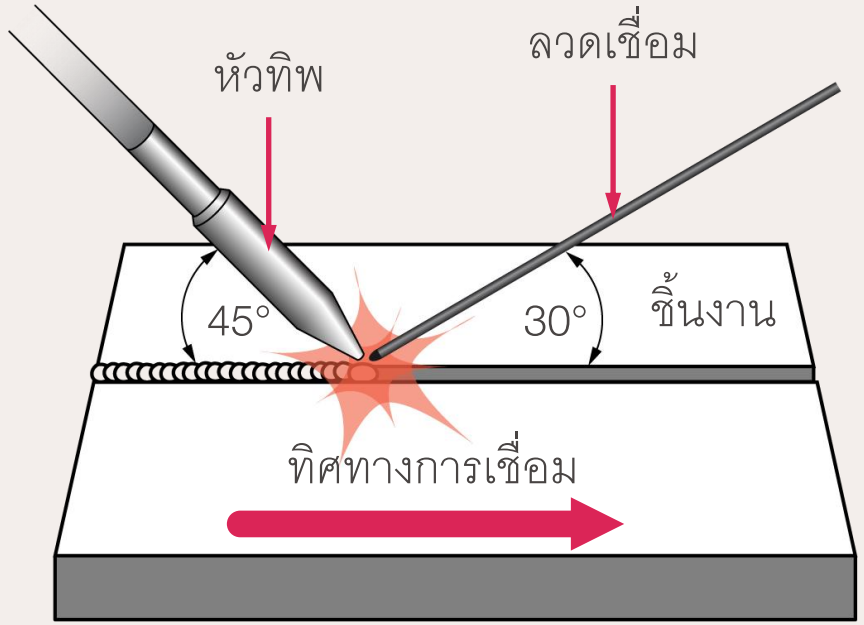
5. **ความเร็วในการเดินรอยเชื่อม (Correct Travel Speed)** การเดินรอยเชื่อมด้วยความเร็วที่เหมาะสมนั้นทำให้เกิดบ่อหลอมเหลวคงที่และสม่ำเสมอ แต่ถ้าเดินรอยเชื่อมช้าบ่อหลอมเหลวจะกว้างหรือโลหะงานอาจจะทะลุได้ หรือเดินรอยเชื่อมเร็วจะทำให้บ่อหลอมเหลวเล็กและตื้น หรือโลหะงานไม่หลอมละลาย



# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.3 เทคนิคการเอียงมุมหัวทิพและมุมลวดเชื่อมแก๊ส

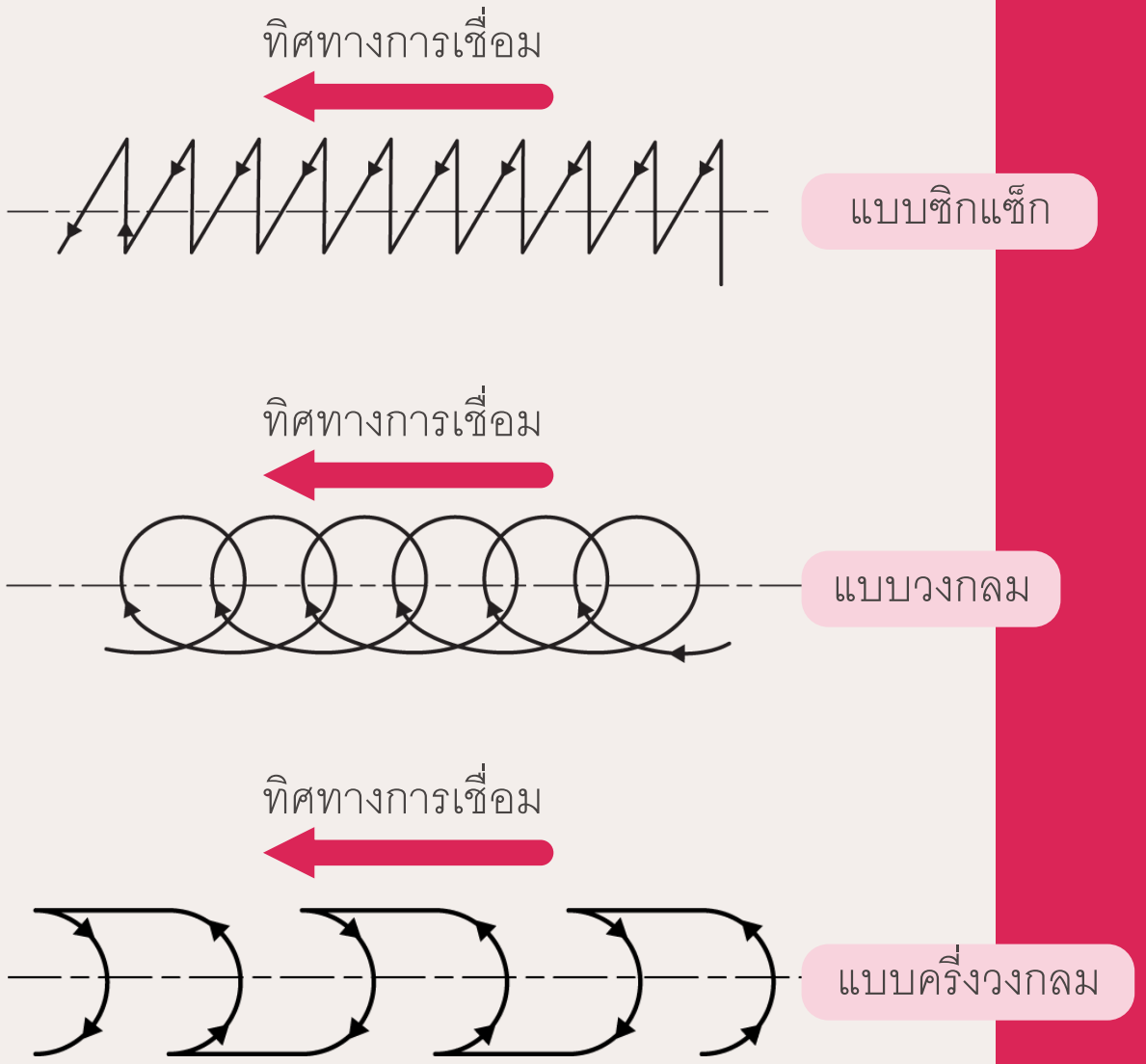
ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมโลหะด้วยการเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีนจะต้องเอียงหัวทิพทำมุมกับผิวชิ้นงานเชื่อม โดยให้เอนไปด้านหลังประมาณ 30°-45° และหัวทิพต้องทำมุมกับลวดเชื่อมประมาณ 90° ในขณะเดียวกันจะต้องรักษาระยะห่างของกรวยไฟให้ห่างจากบ่อหลอมเหลวประมาณ 2-4 mm



# 1. เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อมแก๊ส

## 1.4 เทคนิคการส่ายหัวทิพ

ในขณะทำการเชื่อมผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะส่ายหัวทิพหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการและลักษณะของงานที่จะเชื่อม การไม่ส่ายหัวทิพจะทำให้บ่อหลอมเหลวมีขนาดเล็ก รอยเชื่อมที่ได้จะมีความนูนมาก หากเชื่อมโดยการส่ายหัวทิพจะทำให้ได้บ่อหลอมเหลวที่กว้าง มีการซึมลึกดี เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีความหนามาก ๆ ซึ่งเทคนิคในการส่ายหัวทิพมี 3 แบบ คือแบบซิกแซ็ก แบบวงกลม และแบบครึ่งวงกลม



# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

ในกระบวนการเชื่อมมักจะมีการเติมลวดเชื่อมแก๊ส (Filler Rod) เข้าไปในบ่อหลอมเหลว เพื่อที่จะได้รอยเชื่อมที่สมบูรณ์ ลวดเชื่อมจึงเป็นตัวประสานให้โลหะติดเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ในการเชื่อมบางงานก็ไม่จำเป็นต้องเติมลวดเชื่อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของรอยต่อของโลหะงาน ซึ่งในการเลือกใช้ลวดเชื่อมแก๊สต้องเลือกลวดเชื่อมที่เป็นโลหะชนิดเดียวกับโลหะงาน หรือใช้ลวดเชื่อมที่มีสมบัติใกล้เคียงกับโลหะงานก็ได้

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.1 ชนิดของลวดเชื่อมแก๊ส

1. **ลวดเชื่อมที่เป็นเหล็ก (Ferrous Rod)** มีลักษณะเป็นเส้นกลมเปลือย ไม่มีฟลักซ์หุ้ม จึงต้องเคลือบทองแดงไว้เพื่อป้องกันสนิม โดยมีธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบหลัก และมีธาตุอื่น ๆ เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มสมบัติตามความต้องการในการนำไปใช้ เช่น ลวดเชื่อมเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน ลวดเชื่อม-เหล็กหล่อ

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.1 ชนิดของลวดเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

2. **ลวดเชื่อมที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Rod)** แต่มีส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง แมกนีเซียม หรือบรอนซ์ มักจะใช้เชื่อมโลหะที่ไม่ใช่เหล็กและจำเป็นต้องใช้ฟลักซ์ (Flux)

ขนาดของลวดเชื่อมแก๊สที่ใช้โดยทั่วไปจะแตกต่างกันที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เช่น 1, 1.6, 2, 2.6, 3.2, 4 และ 5 mm ส่วนความยาวจะยาวเท่ากันคือ 1,000 mm

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.2 มาตรฐานต่าง ๆ ของลวดเชื่อมแก๊ส

1. **มาตรฐานของสมาคมการเชื่อมของอเมริกา (AWS)** ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับกระบวนการเชื่อมแก๊สคือ AWS A5.2-92 (Specification for Carbon and Low Alloy Steel Rods for Oxyfuel Gas Welding) โดยมีรหัสมาตรฐาน เช่น R45 R60 R65 และ R100

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.2 มาตรฐานต่าง ๆ ของลวดเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

### 1. มาตรฐานของสมาคมการเชื่อมของอเมริกา (AWS) (ต่อ)

**ตัวอย่าง** ลวดเชื่อมแก๊ส R60

R หมายถึง ลวดเติม (Filler Rod)

60 หมายถึง ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 60 × 1,000 = 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)

**ดังนั้น** ลวดเชื่อมแก๊ส R60 เป็นเป็นลวดเชื่อมสำหรับใช้เชื่อมด้วยแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน สำหรับเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน มีค่าความต้านทานแรงดึง 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.2 มาตรฐานต่าง ๆ ของลวดเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

2. **มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards; JIS)** ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับลวดเชื่อมแก๊สเหล็กกล้าละมุน JISZ3201-1990 (Flux cored wires for gas shielded and self-shielded metal arc welding of mild steel, high strength steel and low temperature service steel) โดยมีรหัสมาตรฐาน เช่น GA-50 GB-60 GA-65 และ GB-65

**G A XX**

- XX — ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด คูณด้วย 1,000 มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)
- A — สมบัติการยืดตัวของลวดเชื่อม
  - โดย อักษร A หมายถึงลวดเชื่อมที่มีสมบัติในการยืดตัวสูง
  - อักษร B หมายถึงลวดเชื่อมที่มีสมบัติในการยืดตัวต่ำ
- G — ลวดเชื่อมแก๊ส (Gas Welding Rod)

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.2 มาตรฐานต่าง ๆ ของลวดเชื่อมแก๊ส (ต่อ)

### 2. มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards; JIS) (ต่อ)

**ตัวอย่าง** ลวดเชื่อมแก๊ส GB-60

G หมายถึง ลวดเชื่อมแก๊ส (Gas Welding Rod)

B หมายถึง ลวดเชื่อมที่มีสมบัติในการยืดตัวต่ำ

60 หมายถึง ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 60 × 1,000 = 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)

**ดังนั้น** ลวดเชื่อมแก๊ส GB-60 เป็นลวดเชื่อมแก๊สที่มีสมบัติยืดตัวต่ำ รอยเชื่อมรับแรงดึงได้ 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.3 การเลือกใช้ลวดเชื่อม

1. **ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้ลวดเชื่อม** ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องพิจารณาดังนี้

   1) ชนิดของโลหะชิ้นงานที่จะนำมาเชื่อม

   2) ความหนาของโลหะชิ้นงานที่จะนำมาเชื่อม

   3) ชนิดของรอยต่องานเชื่อม

   4) ขนาดของรอยต่อ

2. **การเลือกขนาดของลวดเชื่อมแก๊ส** จะต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดความหนาโลหะชิ้นงานเพื่อให้ได้รอยเชื่อมที่มีคุณภาพ

# 2. มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

## 2.3 การเลือกใช้ลวดเชื่อม (ต่อ)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อมแก๊สกับความหนาของโลหะงาน

| ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อมแก๊ส | | ความหนาของโลหะงานที่เชื่อม | |
|---|---|---|---|
| (inch) | (mm) | (inch) | (mm) |
| 1/16 | 1.6 | 1/32 | 0.8 |
| 1/16 | 1.6 | 1/16 | 1.6 |
| 1/16, 3/32, 1/8 | 1.6, 2.4, 3.2 | 3/32 | 2.4 |
| 3/32, 1/8 | 2.4, 3.2 | 1/8 | 3.2 |
| 1/8 | 3.2 | 3/16 | 4.8 |
| 3/16 | 4.8 | 1/4 | 6.4 |
| 3/16 | 4.8 | 5/16 | 7.9 |
| 3/16 | 4.8 | 3/8 | 9.5 |
| 3/16, 1/4 | 4.8, 6.4 | 7/16 | 11.5 |

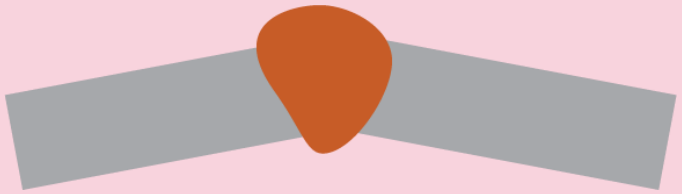
# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**

| สาเหตุ |
| --- |
| 1. การเตรียมชิ้นงานไม่ดี<br>2. รอยเชื่อมยึดไม่แข็งแรง<br>3. พื้นรองงานไม่เรียบ |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. เตรียมชิ้นงานให้ถูกต้องและได้มาตรฐาน<br>2. เชื่อมยึดชิ้นงานให้แข็งแรงก่อนทำการเชื่อม<br>3. จัดพื้นรองงานให้เรียบเสมอกัน |

# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**

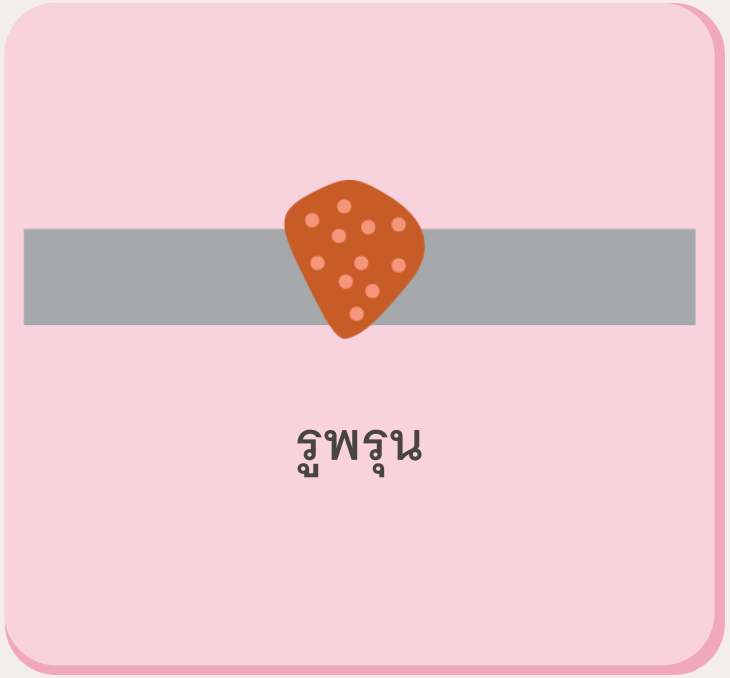


การบิดงอ

| สาเหตุ |
| --- |
| 1. เตรียมรอยต่อไม่เหมาะสม<br>2. ให้ความร้อนมากเกินไป<br>3. ให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอ<br>4. ใช้เทคนิคและวิธีการเชื่อมไม่เหมาะสม |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. ใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน<br>2. เผื่อระยะการหดหรือขยายตัวของชิ้นงาน<br>3. อุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อม<br>4. ปรับเทคนิคการเชื่อมให้เหมาะสมกับขนาดและความหนาของชิ้นงาน |

# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**



**รูพรุน**

| สาเหตุ |
| --- |
| 1. ปรับเปลวไฟไม่ถูกต้อง<br>2. ลวดเชื่อมมีคุณภาพต่ำ<br>3. ชิ้นงานสกปรก |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. ปรับเปลวไฟให้ถูกต้อง<br>2. เลือกลวดเชื่อมที่ได้มาตรฐาน<br>3. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม |

# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**

| สาเหตุ |
| --- |
| 1. การหลอมละลายของลวดเชื่อมและชิ้นงานไม่สัมพันธ์กัน<br>2. ปรับเปลวไฟไม่ถูกต้อง<br>3. ขนาดหัวทิพไม่เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. เลือกขนาดลวดเชื่อมให้สัมพันธ์กับความหนาของชิ้นงาน<br>2. ปรับเปลวไฟให้ถูกต้อง<br>3. เลือกขนาดของหัวทิพให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน |

# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**

การแหว่งขอบรอยเชื่อม

| สาเหตุ |
| --- |
| 1. ขนาดของหัวทิพใหญ่เกินไป |
| 2. ปรับเปลวไฟไม่ถูกต้อง |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. เลือกหัวทิพให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน |
| 2. ปรับเปลวไฟให้ถูกต้อง |

# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**

**รอยเชื่อมเว้าเกินไป**

| **สาเหตุ** |
| --- |
| 1. เทคนิควิธีการเชื่อมไม่ถูกต้อง<br>2. ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. ปรับเทคนิคการเชื่อมเช่นมุมหัวทิพความเร็วและการส่ายหัวทิพให้ถูกต้อง<br>2. เดินลวดเชื่อมให้ช้าลงเพื่อให้เติมเนื้อลวดเชื่อมได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น |

# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

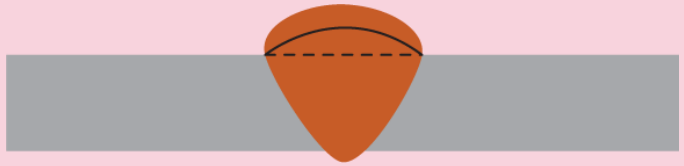
**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**

**การหลอมไม่สมบูรณ์**

| สาเหตุ |
| --- |
| 1. ปรับเปลวไฟไม่ถูกต้อง<br>2. เดินรอยเชื่อมเร็วเกินไป<br>3. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท<br>4. ใช้ขนาดหัวทิพไม่เหมาะสมกับงาน<br>5. มุมลวดเชื่อมหรือการส่ายหัวทิพไม่ถูกต้อง |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. ปรับเปลวไฟให้ถูกต้อง<br>2. ลดความเร็วในการเคลื่อนที่ให้ช้าลง<br>3. ใช้ลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน<br>4. เลือกให้ขนาดหัวทิพให้เหมาะสมกับงาน<br>5. ปรับมุมลวดเชื่อมให้ถูกต้อง |

# 3. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

**ลักษณะและสาเหตุของข้อบกพร่องของรอยเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข**



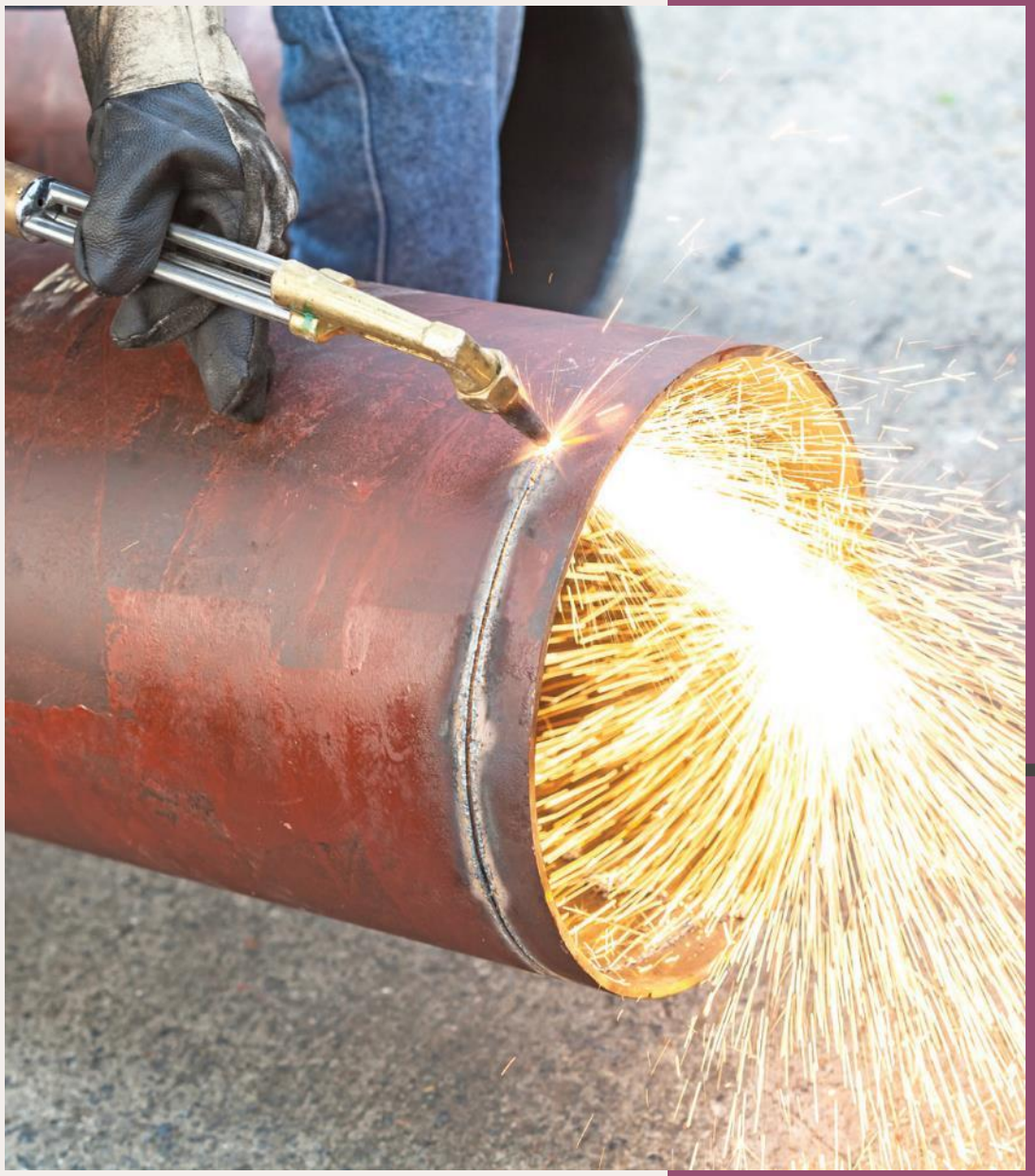
**รอยเชื่อมนูนเกินไป**

| **สาเหตุ** |
| --- |
| 1. ใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมช้าลง<br>2. การส่ายหัวทิพไม่ถูกต้อง<br>3. มุมหัวทิพกับชิ้นงานไม่ถูกต้อง |
| **วิธีการแก้ไข** |
| 1. เดินลวดเชื่อมให้เร็วขึ้น<br>2. เลือกวิธีการส่ายหัวทิพให้เหมาะสมกับตำแหน่งท่าเชื่อม<br>3. ปรับมุมหัวทิพกับชิ้นงานให้ถูกต้อง |

# สรุป

ในการเชื่อมแก๊สเพื่อให้ได้ชิ้นงานมีลักษณะตามต้องการ ไม่ว่าจะเป็นความแข็งแรง การซึมลึกที่สมบูรณ์ ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องเลือกใช้เทคนิคและกลวิธีในการเชื่อม เช่น วิธีการเดินลวดเชื่อม การส่ายหัวทิพ การเอียงมุมหัวทิพ และมุมลวดเชื่อมแก๊สให้เหมาะสม แม้แต่ชนิดของลวดเชื่อมหรือความหนาของชิ้นงานก็จะมีผลต่องานเชื่อมเช่นเดียวกัน

โดยเทคนิควิธีการเชื่อมแบ่งเป็น 2 แบบ คือการเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวทิพ (Forehand Welding) และการเชื่อมแบบหัวทิพนำหน้าลวดเชื่อม (Backhand Welding) ซึ่งต้องเอียงหัวทิพทำมุม 30°-45° กับผิวงาน และหัวทิพทำมุมกับลวดเชื่อมแก๊ส 90° โดยมีระยะห่างระหว่างปลายกรวยไฟกับบ่อหลอมเหลว ประมาณ 2-4 mm ซึ่งผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะเลือกใช้การส่ายหัวทิพแบบซิกแซ็กแบบวงกลม หรือแบบครึ่งวงกลมก็ได้ ทั้งนี้หากพบข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สให้หาสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น แล้วดำเนินการแก้ไขทันที



# การตัดโลหะด้วยแก๊ส

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

# สาระสำคัญ

สำหรับผู้ปฏิบัติงานตัดโลหะด้วยแก๊สนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการตัดชิ้นงาน โดยการให้ความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง โดยการเผาชิ้นงานจนกระทั่งเกิดบ่อหลอมเหลวจากนั้นจึงเปิดวาล์วให้แก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์พ่นออกไปอย่างรวดเร็ว จนกว่าชิ้นงานจะขาดออกจากกัน โดยรอยตัดจะมีลักษณะเป็นร่องตัด

# สาระการเรียนรู้

01 ความหมายของการตัดโลหะด้วยแก๊ส

02 หลักการตัดโลหะด้วยแก๊ส

03 เครื่องมือและอุปกรณ์
ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

04 เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

05 ลักษณะของรอยตัด

06 ข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

# สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดโลหะด้วยแก๊ส

# จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของการตัดโลหะด้วยแก๊สได้
2. อธิบายหลักการตัดโลหะด้วยแก๊สได้
3. จำแนกชนิดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊สได้
4. อธิบายเทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊สได้
5. อธิบายลักษณะของรอยตัดได้
6. บอกข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊สได้

# 1. ความหมายของการตัดโลหะด้วยแก๊ส

การตัดโลหะด้วยแก๊ส หมายถึงกระบวนการตัดด้วยความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง (Oxy-fuel Cutting; OFC) โดยการเผาชิ้นงาน (Preheat) ที่อุณหภูมิ 1,625 °F หรือประมาณ 885 °C จนกระทั่งเกิดบ่อหลอมเหลวจากนั้นเปิดวาล์วให้แก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์พ่นออกไปอย่างรวดเร็ว

# 2. หลักการตัดโลหะด้วยแก๊ส

การตัดโลหะด้วยแก๊สจะเริ่มต้นจากการให้ความร้อนเผาอุ่นโลหะงาน ซึ่งใช้เปลวไฟจากแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิงผสมกัน แล้วพ่นแก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์แรงดันสูงลงไปตรงจุดที่ต้องการตัด ทำให้โลหะงานเกิดการเผาไหม้ทะลุผ่านลงไปในเนื้อโลหะจนตัดขาดออกจากกัน

สำหรับแก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาโลหะงานนั้นมีหลายชนิด เช่น แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas) แก๊สโพรเพน (Propane Gas) แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas) หรือแก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen Gas) แต่แก๊สเชื้อเพลิงที่นำไปใช้ในการตัดได้ดี เนื่องจากมีปริมาณความร้อนสูงและประหยัดค่าใช้จ่าย คือ แก๊สอะเซทิลีน เนื่องจากเมื่อผสมกับแก๊สออกซิเจนแล้วให้ความร้อนสูงกว่าแก๊สชนิดอื่น และยังเป็นแก๊สที่รู้จักกันดีในงานเชื่อม อีกทั้งยังเป็นแก๊สที่หาซื้อได้ง่าย

# 2. หลักการตัดโลหะด้วยแก๊ส

อัตราส่วนการเผาผลาญของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนในขณะอุ่นชิ้นงานก่อนตัด

| แก๊สเชื้อเพลิง | อัตราส่วนที่เหมาะสมของแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง | การเผาผลาญของแก๊สขณะทำการอุ่นชิ้นงานก่อนตัด ($ft^3/hr$) | |
|---|---|---|---|
| | | แก๊สออกซิเจน | แก๊สเชื้อเพลิง |
| แก๊สอะเซทิลีน | 1.7:1 | 17 | 10 |
| แก๊สธรรมชาติ | 2.0:1 | 56 | 28 |
| แก๊สเชื้อเพลิง | 4.5:1 | 54 | 12 |

# 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีนส่วนใหญ่จะเหมือนกับการเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีนดังได้กล่าวมาแล้ว แต่เปลี่ยนจากหัวทิพ (Welding Tip) เป็นหัวทิพตัด (Cutting Head) ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดดังนี้

3.1 หัวตัด

3.2 หัวทิพตัด

# 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 3.1 หัวตัด (Cutting Torch)

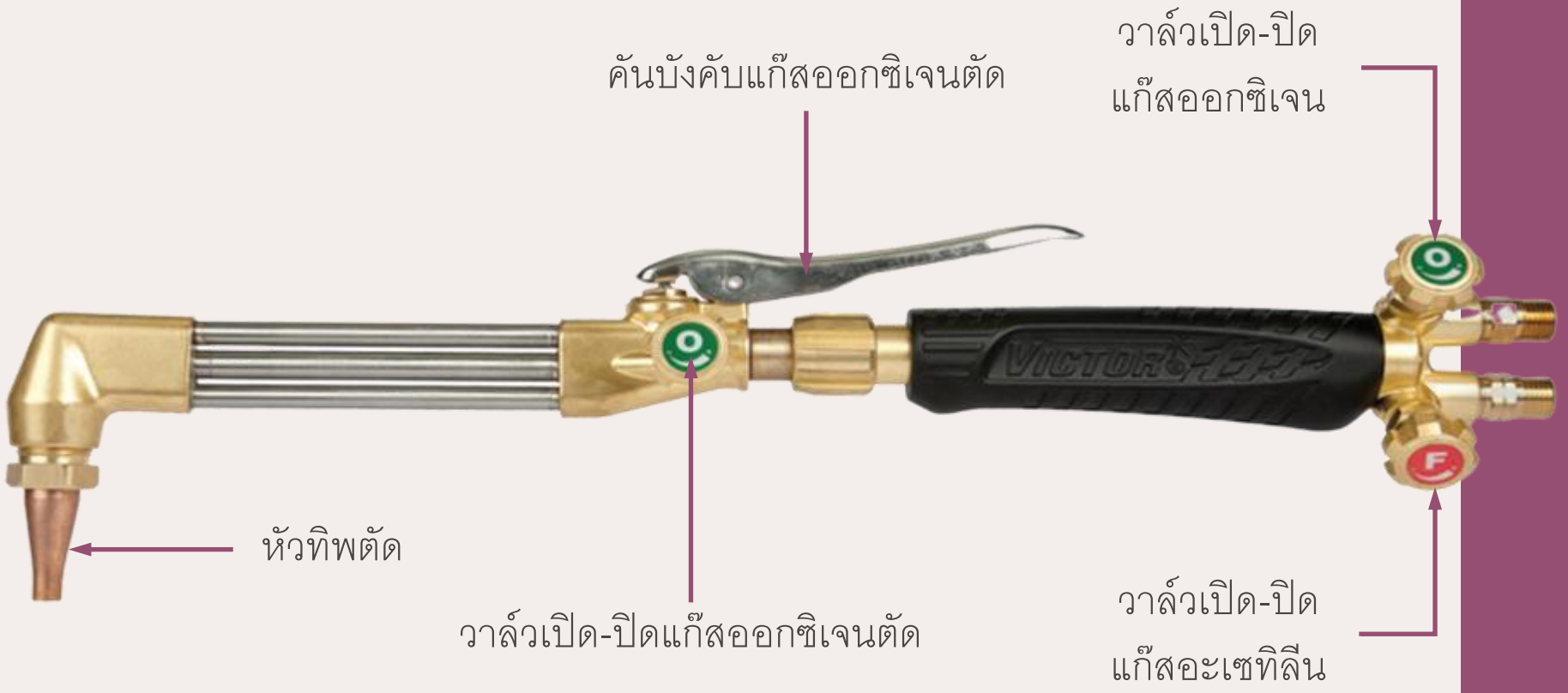
มีลักษณะเป็นด้ามสำหรับกดตัด เป็นเครื่องมือที่มีหน้าที่เช่นเดียวกับทอร์ชเชื่อม กล่าวคือใช้ผสมระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งเปลวไฟที่ใช้จะปรับเป็นเปลวกลางหรือเปลวนิวทรัล (Neutral Flame) แต่มีส่วนประกอบเพิ่มเติมคือมีท่อสำหรับส่งแก๊สออกซิเจนไปยังรูที่หัวตัดเพื่อพ่นตัดโลหะงาน โดยแยกกับเปลวไฟให้ความร้อนแก่โลหะงาน

หัวตัดจะมีวาล์วควบคุม 2 หรือ 3 วาล์ว คือวาล์วหมุนเปิด-ปิดแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน ใช้ปรับเปลวไฟสำหรับอุ่นโลหะงาน วาล์วหมุนเปิด-ปิดอีกตัวจะเป็นวาล์วแก๊สออกซิเจนที่ใช้สำหรับตัด และวาล์วตัวสุดท้ายเป็นวาล์วบังคับแก๊สออกซิเจน

# 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 3.1 หัวตัด (Cutting Torch) (ต่อ)

ลักษณะของหัวตัด



# 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 3.2 หัวทิพตัด (Cutting Torch)

เป็นส่วนประกอบของหัวตัดจะอยู่บริเวณส่วนปลายของหัวตัด หัวทิพตัดจะมีรูอยู่ตรงกลางใช้สำหรับพ่นแก๊สออกซิเจนเพื่อพ่นตัดโลหะงาน โดยจะมีขนาดแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน และมีรูเล็ก ๆ เรียงกันเป็นวงรอบนอก เพื่อใช้เปลวไฟสำหรับอุ่นโลหะงาน (Preheat) และให้ความร้อนแก่โลหะงาน

หัวทิพตัดสำหรับแก๊ส LPG

หัวทิพตัดสำหรับแก๊สอะเซทิลีน

# 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 3.2 หัวทิพตัด (ต่อ)

การเลือกขนาดหัวทิพตัด
และแรงดันแก๊ส
สำหรับการตัดเหล็กกล้า
ความหนาต่าง ๆ

| ขนาดทิพ (in) | ความหนาเหล็กกล้า (in) | แก๊สออกซิเจน (psi) | แก๊สอะเซทิลีน (psi) | ขนาดรูเจาะเปลวอุ่นงาน | ขนาดรูเจาะแก๊สออกซิเจนตัด |
|---|---|---|---|---|---|
| 1/8 | 1/8 | 30-40 | 5 | 73 | 76 |
| 1/4 | 1/4 | 25-30 | 5 | 73 | 68 |
| 1/2 | 1/2 | 30-40 | 5 | 73 | 60 |
| 1 1/2 | 3/4 | 25-30 | 5 | 69 | 52 |
| | 1 | 35-40 | 6 | - | - |
| | 1 1/2 | 50-55 | 7 | - | - |
| 4 | 2 | 40-45 | 5 | 68 | 50 |
| | 3 | 45-60 | 6 | - | - |
| | 4 | 50-55 | 6 | - | - |
| 6 | 6 | 60-70 | 8 | 64 | 43 |
| 10 | 8 | 80-90 | 10 | 60 | 35 |

# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

สิ่งสำคัญที่ต้องระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊สเพื่อให้ได้รอยตัดที่ดีมีคุณภาพ คือมีรอยเรียบแคบ มีส่วนของรอยตัดที่แหลมคมทั้งขอบบนและขอบล่าง โดยมีเทคนิควิธีต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ปริมาณความร้อนที่ให้กับโลหะงาน

4.2 แรงดันแก๊สออกซิเจน

4.3 ระยะห่างระหว่างหัวตัดกับโลหะงาน

4.4 ความเร็วในการเคลื่อนของหัวทิพตัด

4.5 มุมของหัวทิพตัดที่กระทำกับโลหะงาน

4.6 ความสะอาดของหัวตัดมีผลต่องานเชื่อม

4.7 อุปกรณ์ช่วยในการตัดโลหะ

# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4.1 ปริมาณความร้อนที่ให้กับโลหะงาน

ปริมาณความร้อนจะน้อยหรือมากนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของหัวทิพตัด ซึ่งต้องเลือกใช้ขนาดหัวทิพตัดให้เหมาะสมกับความหนาของโลหะงาน เช่น ถ้าใช้หัวทิพตัดขนาดเล็กตัดโลหะงานที่มีความหนามากเกินไป ทำให้ต้องใช้เวลานานกว่าโลหะงานจะร้อน ซึ่งไม่สามารถตัดโลหะงานได้อย่างต่อเนื่อง หรือปริมาณความร้อนอาจไม่เพียงพอให้โลหะงานร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

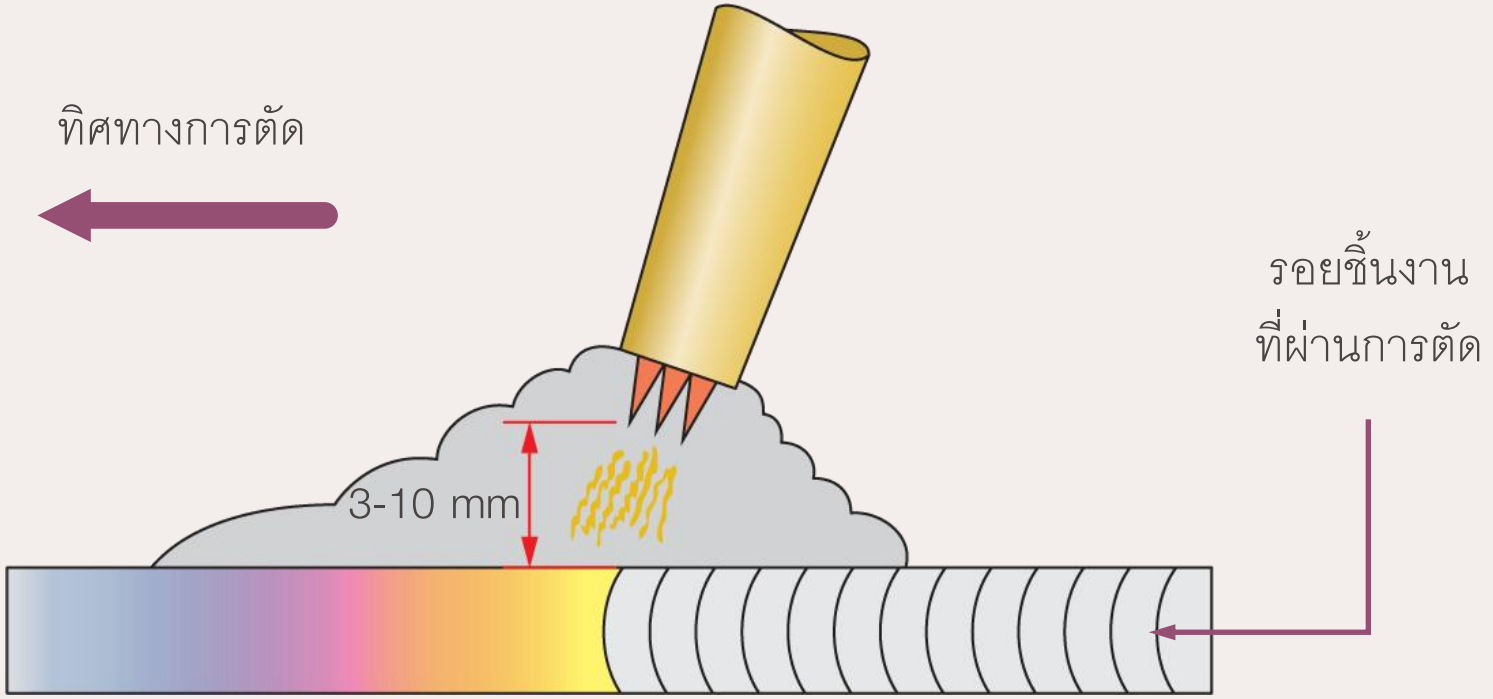
## 4.2 แรงดันแก๊สออกซิเจน

การใช้แรงดันแก๊สออกซิเจนในการตัดโลหะจะต้องให้เหมาะสมกับความหนาของโลหะงาน เช่น ถ้าหากแรงดันแก๊สออกซิเจนที่ใช้น้อยเกินไปจะไม่สามารถตัดโลหะงานให้ขาดออกจากกันได้

# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4.3 ระยะห่างระหว่างหัวตัดกับโลหะงาน

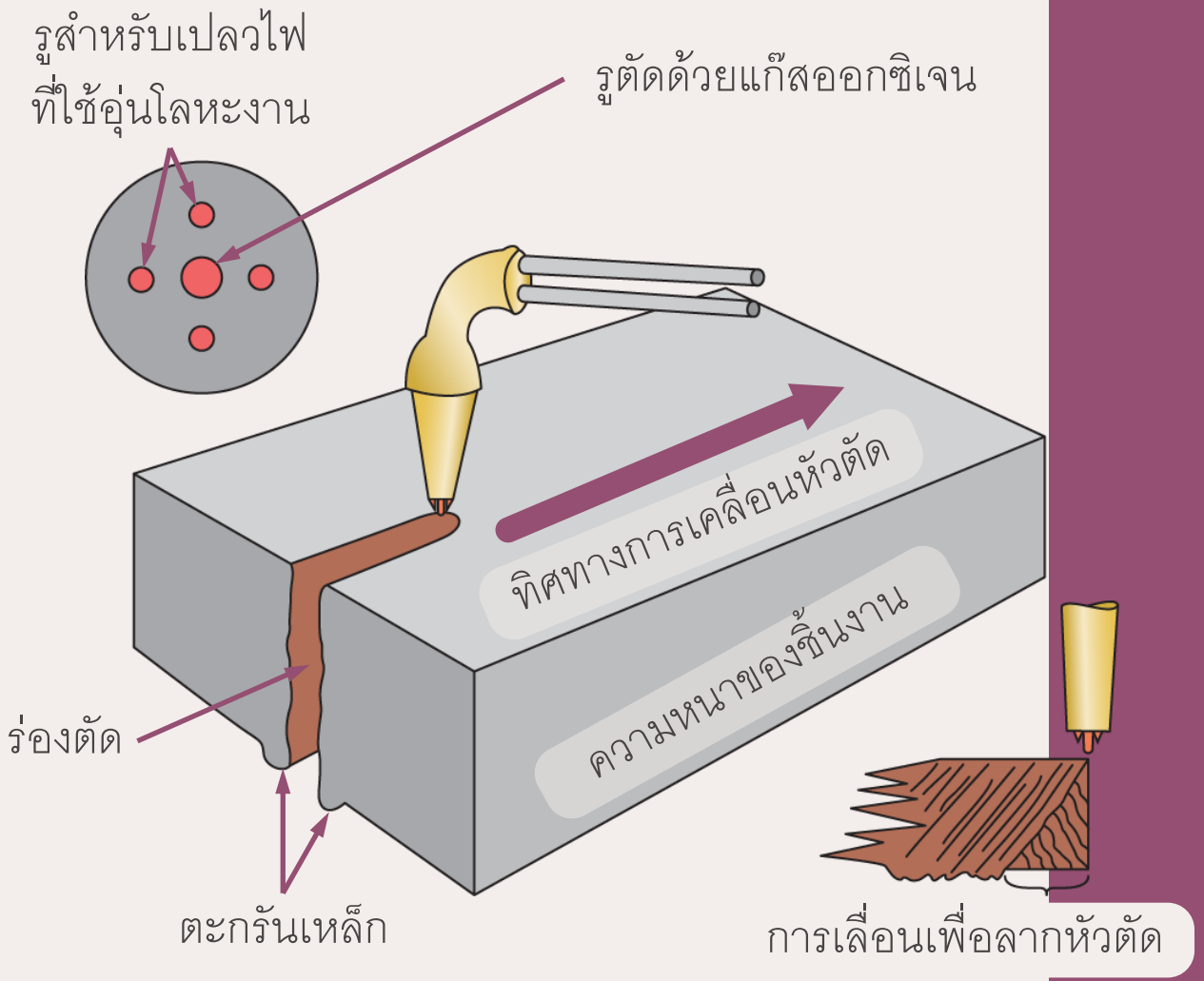
การตัดโลหะงานจะต้องควบคุมกรวยไฟ (Inner Cone) ให้มีระยะห่างจากผิวโลหะงานที่พอเหมาะ ไม่ควรชิดหรือห่างจากขอบโลหะงานมากเกินไป เพราะจะทำให้ร่องตัดไม่สม่ำเสมอ ควรมีระยะห่างจากผิวโลหะงานอยู่ที่ 3-10 mm



# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4.4 ความเร็วในการเคลื่อนของหัวทิพตัด

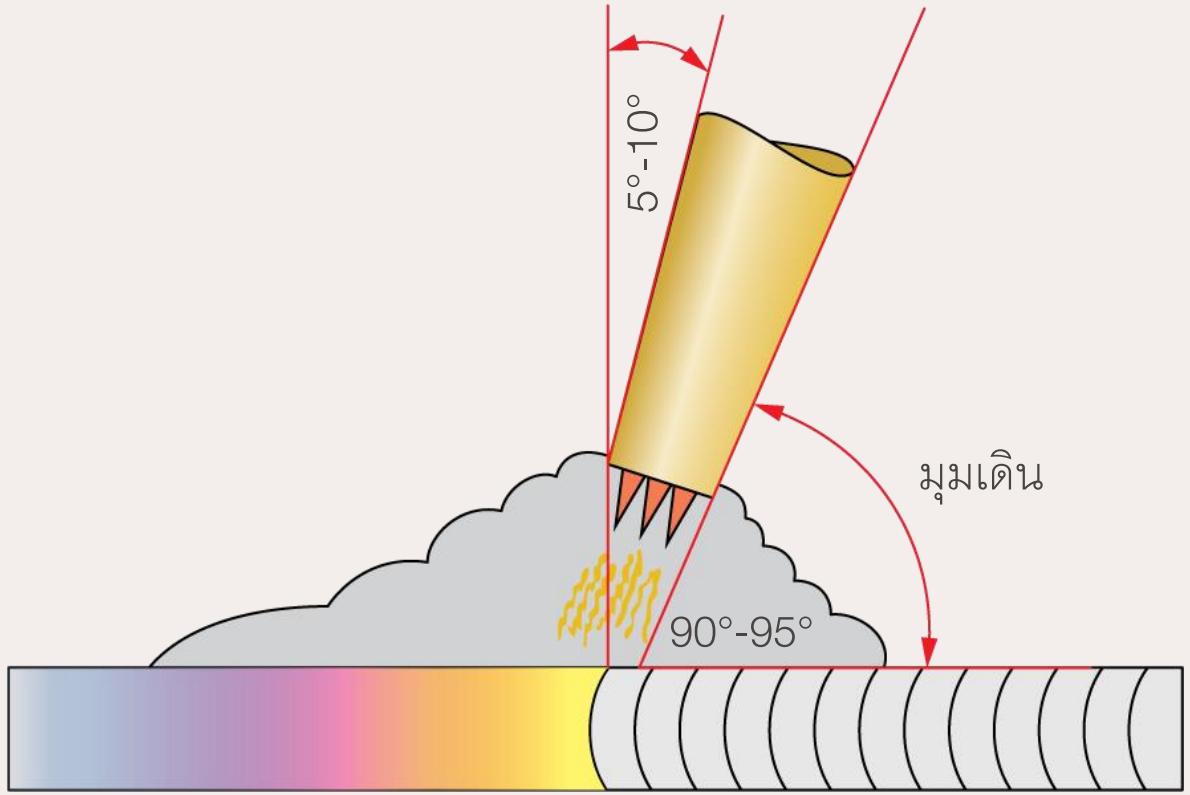
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวทิพตัดจะขึ้นอยู่กับความหนาของโลหะงาน เช่น โลหะงานที่มีความหนาจะต้องเคลื่อนหัวทิพตัดอย่างช้า ๆ เพราะถ้าหากเคลื่อนหัวทิพตัดเร็ว การเกิดออกซิเดชัน (Oxidation) ไม่เพียงพอต่อการตัด โลหะงานจะไม่ขาดออกจากกัน หรือเกิดตำหนิที่ขอบของรอยตัดเนื่องจากได้รับความร้อนน้อย ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานตัดจะต้องเคลื่อนหัวทิพตัดด้วยความเร็วที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ



# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4.5 มุมของหัวทิพตัดที่กระทำกับโลหะงาน

หากผู้ปฏิบัติงานต้องการตัดโลหะแผ่นบาง ควรให้หัวทิพตัดเอียงไปทางด้านหลังเล็กน้อย ประมาณ 5-10° หรือใช้มุมเดิน 90-95° ซึ่งจะช่วยให้สามารถตัดได้ดียิ่งขึ้น



# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4.6 ความสะอาดของหัวตัดมีผลต่องานเชื่อม

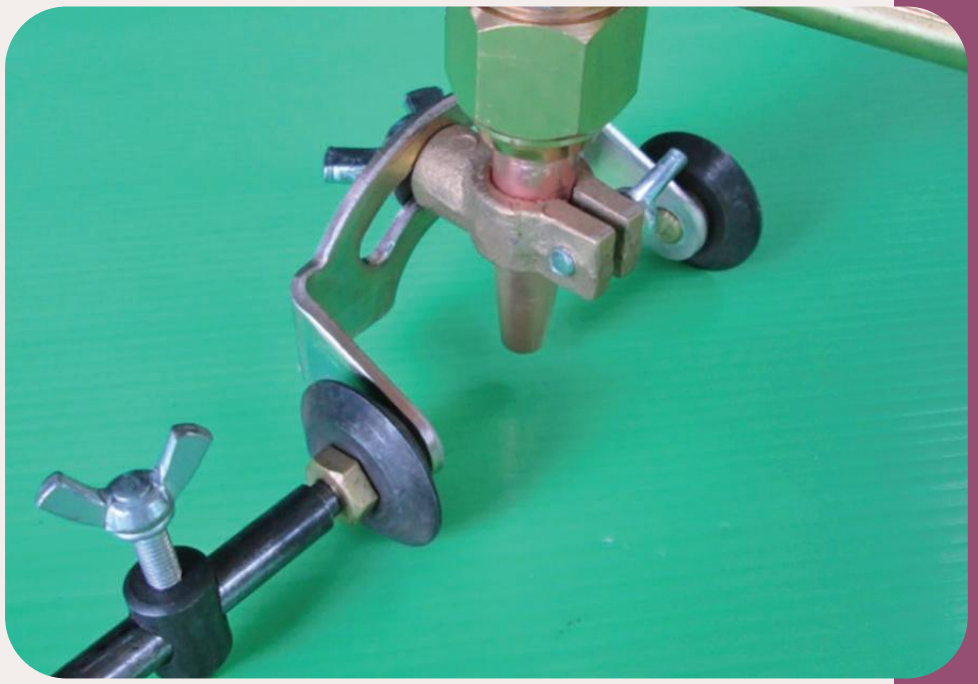
ผู้ปฏิบัติงานจะต้องปรับปลายหัวทิพตัดให้ได้ฉากกับรูของหัวตัด และต้องทำความสะอาดหัวทิพตัดอยู่เสมอ โดยการใช้ Tip Cleaner ทำความสะอาดเช่นเดียวกับงานเชื่อมแก๊ส เพราะถ้าหัวทิพตัดไม่สะอาดแล้ว การปรับเปลวไฟจะไม่สามารถกระทำได้ตามที่ต้องการ

# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4.7 อุปกรณ์ช่วยในการตัดโลหะ

ผู้ปฏิบัติงานสามารถตัดโลหะด้วยเปลวไฟแก๊สออกซีอะเซทิลีนให้เป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือรูปร่างอื่น ๆ ตามต้องการ ซึ่งสามารถตัดได้โดยการควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวตัดด้วยมือ หรือใช้อุปกรณ์และเทคนิคการตัดเข้าช่วยเพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ดังนี้

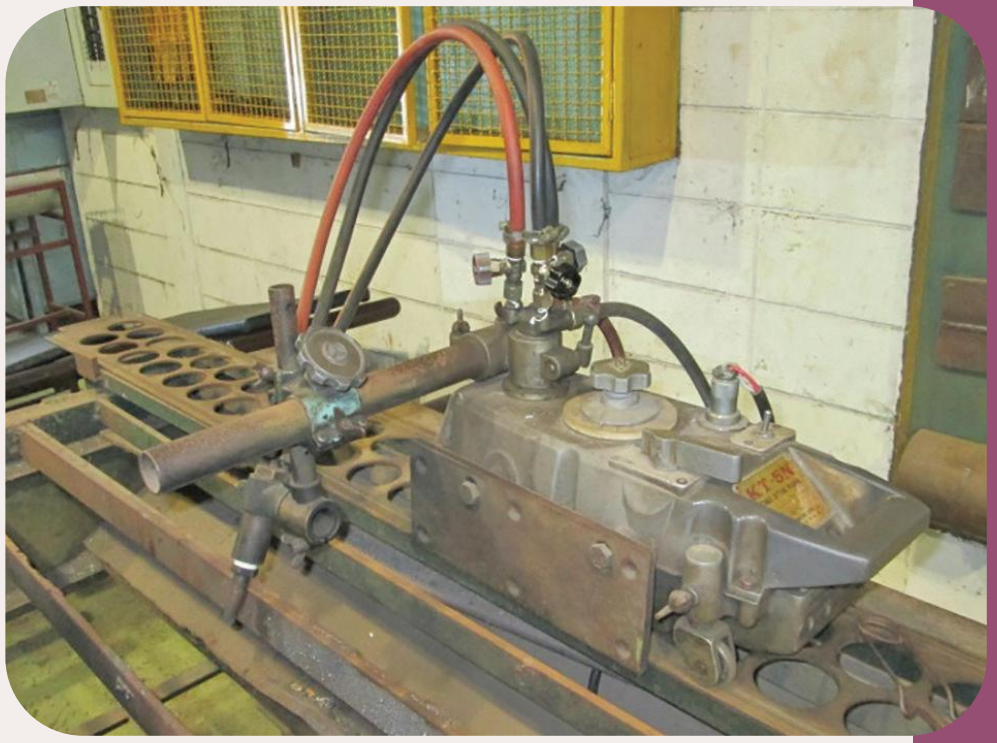
1) **ล้อตัด** เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการตัดโดยควบคุมการตัดด้วยมือ สำหรับควบคุมระยะห่างระหว่างเปลวไฟกับโลหะงานได้ และช่วยให้สามารถตัดตรง ตัดโค้ง หรือรูปร่างอื่น ๆ ได้ง่ายขึ้น และได้แนวตัดที่มีคุณภาพ



# 4. เทคนิคในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4.7 อุปกรณ์ช่วยในการตัดโลหะ (ต่อ)

2) **เครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ** การควบคุมการตัดด้วยเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ มีหลักการทำงานเหมือนกับเครื่องตัดแก๊สด้วยมือ แต่เครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติจะเคลื่อนที่ไปตามรางด้วยแรงขับจากมอเตอร์ตัด ซึ่งสามารถตัดได้ทั้งแนวตรง แนวโค้ง และปรับความเร็วตัดให้เคลื่อน



# 5. ลักษณะของรอยตัด

การตัดโลหะงานเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีนจะมีลักษณะของรอยตัดที่ดี กล่าวคือ จะต้องเรียบและสม่ำเสมอ เกิดสแลกหรือขี้ตะกรัน เกาะติดกับโลหะงานน้อย ซึ่งสามารถตรวจสอบรอยตัดเพื่อหาสาเหตุของจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ด้วยสายตา

5.1 รอยตัดที่มีลักษณะดี

5.2 รอยตัดที่มีลักษณะไม่ดี

# 5. ลักษณะของรอยตัด

## 5.1 รอยตัดที่มีลักษณะดี

เกิดจากมีระยะห่างของหัวตัดกับโลหะงานที่เหมาะสม ใช้ความเร็วและใช้แรงดันแก๊สออกซิเจนในการตัดอย่างสม่ำเสมอ

# 5. ลักษณะของรอยตัด

## 5.2 รอยตัดที่มีลักษณะไม่ดี

1) **รอยตัดที่มีลักษณะเกิดรอยกัดแหว่งด้านล่างของรอยตัดตลอดแนว** เกิดจากการมีระยะห่างของหัวตัดกับโลหะงานน้อยเกินไป ใช้ความเร็วในการตัดช้าเกินไป และใช้แรงดันแก๊สไม่เหมาะสม

# 5. ลักษณะของรอยตัด

## 5.2 รอยตัดที่มีลักษณะไม่ดี (ต่อ)

2) **รอยตัดไม่เรียบมีลักษณะเป็นคลื่นหรือรอยหยักตลอดแนว** มีสาเหตุจากการมีระยะห่างของหัวตัดกับโลหะงานน้อยเกินไป ใช้ความเร็วในการตัดสูง และใช้แรงดันแก๊สไม่เหมาะสม

# 5. ลักษณะของรอยตัด

## 5.2 รอยตัดที่มีลักษณะไม่ดี (ต่อ)

3) **รอยตัดที่มีสแลกหรือขี้ตะกรันเกาะติดที่รอยตัดมากถึงแม้จะมีรอยตัดที่เรียบ** มีสาเหตุจากการใช้ความเร็วในการตัด และปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ไม่สัมพันธ์กัน

# 6. ข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

ผู้ปฏิบัติงานตัดจะต้องรู้วิธีการป้องกันอันตรายจากการตัดโลหะด้วยแก๊สด้วยการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเมื่อปฏิบัติงาน เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่นควรปฏิบัติตนดังนี้

1. บริเวณที่ปฏิบัติงานควรมีอากาศถ่ายเทได้ดี
2. สวมแว่นตาที่มีกระจกกรองแสงเบอร์ที่เหมาะสมทุกครั้ง
3. เครื่องแต่งกายจะต้องเหมาะสมรัดกุมและต้องไม่เป็นวัสดุที่ติดไฟง่าย
4. ห้ามนำสิ่งที่ติดไฟหรือสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงใส่ในกระเป๋าเสื้อหรือกางเกง
5. ควรสวมรองเท้าหุ้มส้นให้เรียบร้อย
6. บริเวณที่ปฏิบัติงานและบริเวณใกล้เคียงต้องไม่มีวัสดุที่ติดไฟง่าย หรือเชื้อเพลิงต่าง ๆ
7. ห้ามตัดถังหรือท่อที่ยังบรรจุแก๊สหรือวัตถุอันตรายอยู่ภายใน เพราะจะทำให้เกิดประกายไฟลุกไหม้และเกิดการระเบิดได้

# 6. ข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

ผู้ปฏิบัติงานตัดจะต้องรู้วิธีการป้องกันอันตรายจากการตัดโลหะด้วยแก๊สด้วยการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเมื่อปฏิบัติงาน เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่นควรปฏิบัติตนดังนี้

8. ระวังอย่าให้สายเชื่อมแก๊สสัมผัสกับโลหะที่ร้อนเด็ดขาด
9. ตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
10. ควรมีเครื่องดับเพลิงไว้ใกล้กับบริเวณที่ปฏิบัติงานตัด
11. ควรจุดเปลวไฟตัดจากภายนอกแล้วจึงนำเข้าบริเวณตัด
12. เมื่อตัดเสร็จแล้ว ควรดับเปลวไฟตัดแล้วถอดหัวตัดออก เก็บให้เรียบร้อย

# สรุป

การตัดโลหะด้วยแก๊สเป็นกระบวนการตัดด้วยความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สเชื้อเพลิง (OFC) โดยการเผาชิ้นงานจนกระทั่งเกิดบ่อหลอมเหลว จากนั้นเปิดวาล์วพ่นแก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์ออกไปอย่างรวดเร็วเพื่อตัดชิ้นงานออกจากกัน ซึ่งใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตัดเช่นเดียวกับกับการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน แต่เปลี่ยนจากหัวเชื่อม (Welding Tip) เป็นหัวตัด (Cutting Head) ซึ่งรอยตัดที่มีคุณภาพต้องเป็นรอยเรียบแคบ มีส่วนของรอยตัดที่แหลมคมทั้งขอบล่างและขอบบน สิ่งสำคัญคือผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานตัดโลหะด้วยแก๊ส