อาชีวะ ก้าวไกล

งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาของหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

2100-1005

ภาณุวัฒน์ หนูกิจ

MACEDUCATION

งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ

กลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐาน

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ภาณุวัฒน์ หนูกิจ

บรรณาธิการ : รศ.พลสิทธิ์ สิทธิชมภู

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ภาณุวัฒน์ หนูกิจ.

งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น.--กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น, 2556.

296 หน้า.

1. งานเชื่อม. 2. โลหะแผ่น. I. ชื่อเรื่อง.

671.52

ISBN 978-616-274-368-9

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

IMACEDUCATION

ผู้เขียน : ภาณุวัฒน์ หนูกิจ

การสั่งซื้อ : ส่งธนาณัติสั่งจ่าย **ไปรษณีย์ลาดพร้าว** ในนาม **บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด**
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทรเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028
www.**MAC**education.com

ราคาจำหน่าย : 150 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ : ธันวาคม 2556

พิมพ์ที่ : บริษัท แปลนพริ้นท์ติ้ง จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559) และแผนปฏิบัติการการเตรียมความพร้อมพลเมืองเพื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ทั้งนี้หลักสูตรดังกล่าวมุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรมจริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพอิสระเป็นผู้ประกอบการที่มีคุณภาพ หรือประกอบอาชีพอื่นๆ ได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการทั้งในประเทศและในภูมิภาคอาเซียน

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ผู้ผลิตและจำหน่ายหนังสือเรียน สื่อการเรียนรู้ และวารสารทางการศึกษา ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับอาชีวศึกษา ตระหนักถึงภารกิจสำคัญในการมีส่วนร่วมในการสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้บรรลุผลสมดังเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้ จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการ และผู้สอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ในแต่ละสาขาวิชาเพื่อจัดทำสื่อการเรียนรู้ อันประกอบด้วย

1. หนังสือเรียนที่จัดทำให้ตรงกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านสมรรถนะหลักและสมรรถนะทั่วไป และด้านสมรรถนะวิชาชีพ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านกิจกรรมเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปปรับให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนและจุดเน้นของสถานศึกษา

3. คู่มือครูสำหรับผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการฝึกประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตร

จุดเด่นของหนังสือเรียนชุดใหม่ มีดังนี้

1. นำเสนอในรูปแบบหน่วยการเรียนรู้ ที่มีเนื้อหาง่ายต่อการเรียนรู้ แต่ยังคงไว้ซึ่งความเข้มข้นและทันสมัย ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือเรียนมุ่งเน้นให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) และการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

2. แทรกกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ กิจกรรมการฝึกกระบวนการคิด (Thinking Skills) และกิจกรรมเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียนให้แก่ผู้เรียน

3. พัฒนาสมรรถนะหลักและสมรรถนะวิชาชีพผ่านกระบวนการปฏิบัติงานโดยใช้ใบช่วยสอนเป็นสื่อสำหรับการฝึกกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น การเรียนรู้จากโครงงาน (Project–Based Learning) การพัฒนาเทคโนโลยีให้เป็นเทคโนโลยีสะอาด (Green Technology) และการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ตามแนวคิดเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ (Creative Economy) เป็นต้น

4. มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดทำแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนนั้นๆ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วย

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ขอขอบพระคุณสถานศึกษา ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ที่สนใจทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจในสื่อการเรียนรู้ของบริษัท บริษัทหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนรู้ชุดนี้จะมีส่วนช่วยให้การจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทัดเทียมระดับสากลต่อไป

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

รหัส 2100-1005
วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
ทฤษฎี 1 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊ส การเชื่อมไฟฟ้า และงานโลหะแผ่น
2. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เชื่อมไฟฟ้าและการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานเชื่อม
3. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะแผ่น รูปทรงเรขาคณิต และใช้เครื่องมืออุปกรณ์โลหะแผ่น
4. เพื่อให้มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้หลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า
2. เชื่อมแล่นประสานและตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
3. เชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
4. เขียนแบบแผ่นคลี่ลงแผ่นงานตามแบบ
5. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อมและโลหะแผ่น หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การเลือกใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อม ท่าเชื่อม รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน การประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส การแล่นประสาน (Brazing) และเชื่อมไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ การถ่ายแบบ การเข้าขอบ การทำตะเข็บ การย้ำหมุด การบัดกรี (Soldering) การขึ้นรูปด้วยการพับ ดัด ม้วน เคาะ และประกอบชิ้นงาน

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะประจำหน่วย

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
1	ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมแก๊ส	1. มีความรู้และบอกวิธีการป้องกันอุบัติเหตุได้ 2. ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมแก๊สได้ 3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้
2	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีน	1. บอกความหมายของการเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีนได้ 2. บอกวิธีการปรับเปลวไฟระดับต่างๆ ในการเชื่อมแก๊สได้
3	การผลิตแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน	1. บอกกระบวนการผลิตแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนได้ 2. ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สควบคุมบ่อหลอมละลายได้ 3. ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สและงานเชื่อมเดินแนวได้
4	การเชื่อมแก๊ส	1. มีความรู้ลักษณะรอยต่อแบบต่างๆ 2. ปฏิบัติงานเชื่อมต่อมุม ต่อตัวที และงานต่อชนโดยใช้ลักษณะท่าเชื่อมที่ถูกต้อง
5	การตัดโลหะด้วยแก๊ส	1. เลือกใช้อุปกรณ์ในการตัดโลหะด้วยแก๊สได้อย่างถูกต้อง 2. ปฏิบัติงานตัดโลหะด้วยแก๊สได้
6	การแล่นประสาน	1. บอกความหมาย วิธีการ วัสดุที่ใช้แล่นประสานได้ 2. ปฏิบัติงานแล่นประสานโลหะได้ 3. บอกข้อดีและข้อควรระวังของแล่นประสานได้

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
7	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานเชื่อมไฟฟ้า	1. อธิบายหลักความปลอดภัย หลักการและองค์ประกอบของงานเชื่อมไฟฟ้าได้ 2. ปฏิบัติงานใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ 3. ปฏิบัติงานเริ่มต้นอาร์กได้
8	การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	1. เชื่อมชิ้นงานด้วยการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ 2. ปฏิบัติงานเชื่อมเคลื่อนที่และส่ายลวดเชื่อมได้อย่างถูกวิธี
9	ลักษณะและองค์ประกอบของการเชื่อมไฟฟ้า	1. บอกลักษณะของรอยต่อแบบต่างๆ ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ 2. ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าในตำแหน่งท่าเชื่อมแบบต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
10	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่น	1. บอกชนิดและหน้าที่ของเครื่องมือวัดและร่างแบบได้ 2. บอกชนิดและลักษณะของขอบงานและการเผื่อตะเข็บชนิดต่างๆ ได้ 3. ใช้เครื่องมือวัดและร่างแบบโลหะแผ่นได้
11	เครื่องมือและเครื่องจักรในงานโลหะแผ่น	1. บอกประเภทของเครื่องมือและเครื่องจักรในงานโลหะแผ่นตามลักษณะการใช้งานได้ 2. ปฏิบัติการใช้เครื่องมือและเครื่องจักรในงานโลหะแผ่นได้
12	การเขียนแบบแผ่นคลี่โลหะแผ่น	ปฏิบัติการเขียนแบบแผ่นคลี่แบบต่างๆ ได้
13	การบัดกรี	1. บอกหลักการใช้เครื่องมือและวัสดุในงานบัดกรีได้ 2. ปฏิบัติการตามขั้นตอนการบัดกรีได้อย่างถูกต้อง

สารบัญ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมแก๊ส 1

1. ประวัติและวิวัฒนาการของเชื่อมโลหะ 2
2. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊สตามหลักอาชีวอนามัย 4
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส 10
4. การประกอบและการติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส 21

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 31

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีน 33

1. ความหมายของการเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีน 34
2. การเชื่อมโลหะด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีน 34
3. ชุดเชื่อมแก๊ส 37
4. ชนิดเปลวไฟ 38

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 45

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การผลิตแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน 47

1. การผลิตแก๊สออกซิเจน 48
2. การผลิตแก๊สอะเซทิลีน 51
3. ระบบจ่ายแก๊สแบบหลายจุดใช้งาน 52

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 62

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเชื่อมแก๊ส 64

1. การเชื่อมแบ็กแฮนด์ 65
2. การเชื่อมโฟร์แฮนด์ 65
3. ลักษณะรอยต่อ 66
4. ลักษณะท่าเชื่อม 67

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 80

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การตัดโลหะด้วยแก๊ส 82

1. หลักการของการตัดโลหะด้วยแก๊ส 83
2. อุปกรณ์การตัดโลหะด้วยแก๊ส 84
3. ปฏิกิริยาของการตัดโลหะด้วยแก๊ส 90

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 96

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแล่นประสาน 98

1. ความหมายของการแล่นประสาน 99
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการแล่นประสาน 99
3. วัสดุที่ใช้ในการแล่นประสาน 101
4. ลักษณะรอยต่อของการแล่นประสาน 101
5. ข้อดีของการแล่นประสาน 102
6. ลำดับขั้นตอนของการแล่นประสาน 102
7. ข้อควรระวังในการแล่นประสาน 103

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 111

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานเชื่อมไฟฟ้า 113

1. ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้าตามหลักอาชีวอนามัย 114
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า 121
3. การเริ่มต้นอาร์ก 128

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 138

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ 140

1. ความหมายของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ 141
2. ประเภทลวดเชื่อมไฟฟ้าที่มีสารพอกหุ้ม 141
3. องค์ประกอบของงานเชื่อมไฟฟ้า 145
4. การเคลื่อนที่และการเชื่อมส่ายลวดเชื่อม 154

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 167

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ลักษณะและองค์ประกอบของการเชื่อมไฟฟ้า 169

1. ลักษณะของรอยต่อ 170

หน้า

2. ลักษณะของแนวเชื่อม 172
3. ลักษณะของท่าเชื่อม 174
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 184

หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่น 187

1. ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น 188
2. เครื่องมือวัดและร่างแบบ 191
3. ขอบงานและตะเข็บ 196
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 209

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เครื่องมือและเครื่องจักรในงานโลหะแผ่น 212

1. เครื่องมือในงานโลหะแผ่น 213
2. เครื่องจักรในงานโลหะแผ่น 224
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 239

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 การเขียนแบบแผ่นคลี่โลหะแผ่น 242

1. การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย 243
2. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน 244
3. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี 247
4. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีสามเหลี่ยมมุมฉาก 250
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 261

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 การบัดกรี 263

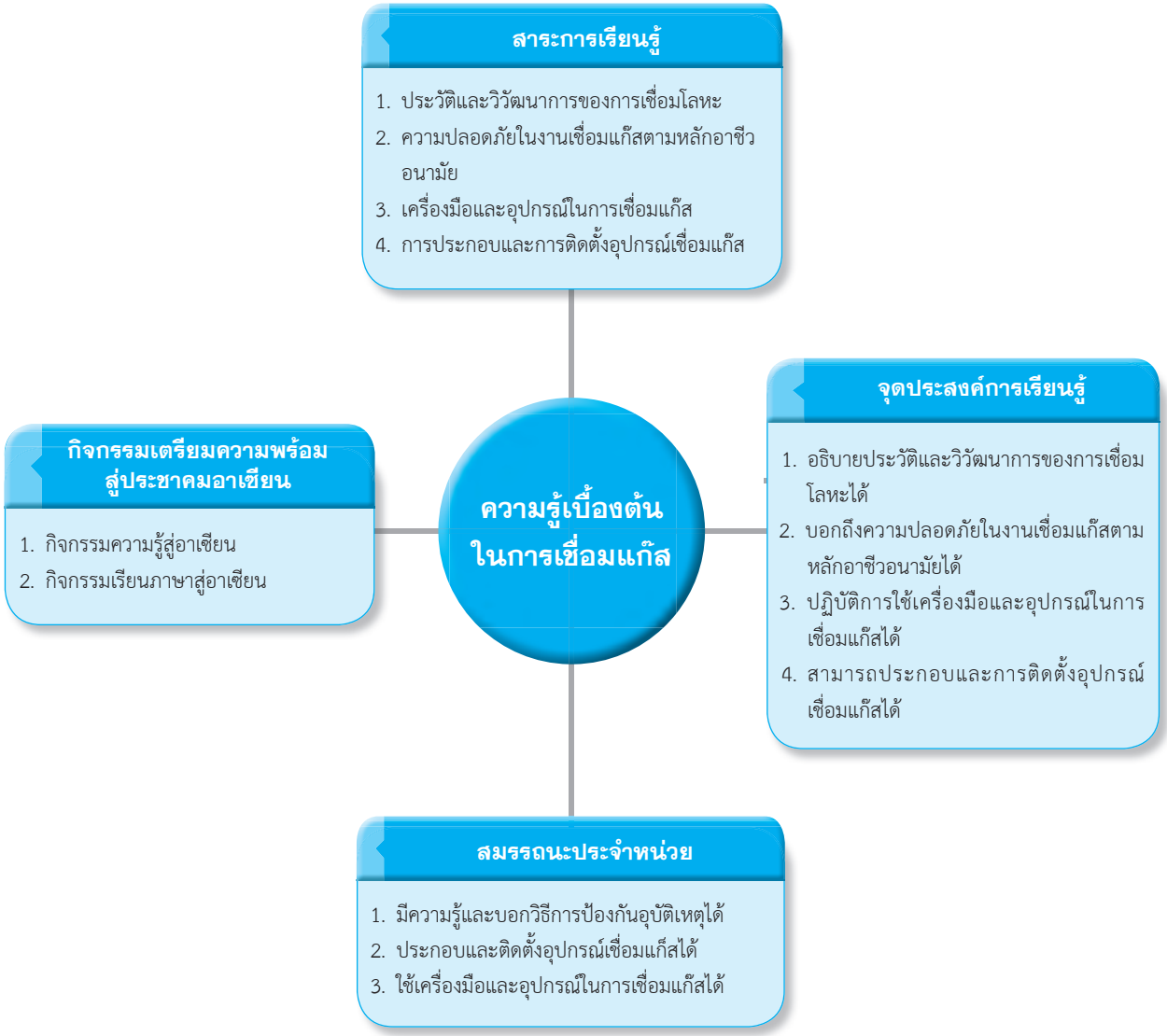
1. การบัดกรี 264
2. การประสานแผ่นโลหะ 265
3. หัวแร้งบัดกรี 269
4. ขั้นตอนการบัดกรี 272
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 283

บรรณานุกรม 285

ดัชนี 286

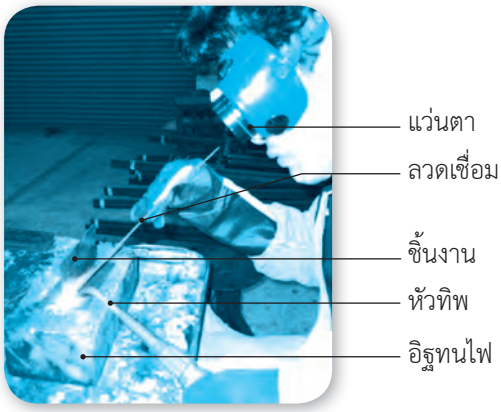
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมแก๊ส



ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมแก๊ส

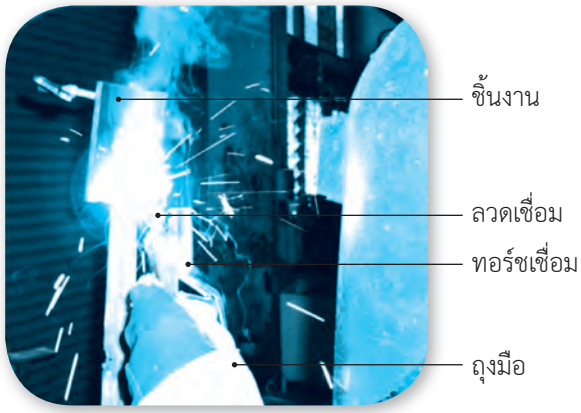
กระบวนการเชื่อมเป็นกระบวนการพื้นฐานที่ใช้ในการอุตสาหกรรมการผลิตโลหะทุกชนิด เป็นกระบวนการที่มีวิวัฒนาการมาตั้งแต่มนุษย์เริ่มค้นพบโลหะ และนำมาผลิตเป็นเครื่องมือเครื่องใช้จนถึงปัจจุบัน มีกระบวนการเชื่อมและกระบวนการเกี่ยวเนื่องที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตและงานซ่อมบำรุงมากกว่า 50 ชนิด ซึ่งผู้ที่จะศึกษาเรื่องงานเชื่อมจะได้รู้หลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อม และกระบวนการเกี่ยวเนื่องที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมบ้านเรา เพื่อเป็นพื้นฐานเมื่อได้พบกระบวนการเหล่านั้น หรือเพื่อเลือกกระบวนการทำงานให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ



รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมแก๊ส

1. ประวัติและวิวัฒนาการของการเชื่อมโลหะ

การเชื่อมเริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 3,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช เมื่อมนุษย์เริ่มนำทองแดง บรอนซ์ และเหล็กมาทำเป็นอาวุธโดยการเผาแล้วตีขึ้นเป็นรูปและตีเชื่อม ต่อมาในศตวรรษที่ 18 เริ่มมีการปฏิวัติอุตสาหกรรมมาเป็นอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ซึ่งวิวัฒนาการของการเชื่อมก็เริ่มชัดเจนขึ้น โดยในต้นศตวรรษที่ 19 เอ็ดมัน เดวี (Edmund Davy) ได้ค้นพบแก๊สอะเซทิลีน ต่อมาจึงได้นำมาผลิตใช้กับการเชื่อมและตัดโลหะที่เรียกว่า การเชื่อมออกซีอะเซทิลีน ต่อมาในช่วงประมาณปี ค.ศ. 1801 เซอร์ฮัมฟรีย์ เดวี (Sir Humphry Davy) ได้ค้นพบการทำให้เกิดอาร์กด้วยกระแสไฟฟ้าโดยบังเอิญในห้องทดลอง ต่อมาในปี ค.ศ. 1809 เขาก็สามารถค้นพบวิธีที่สร้างการอาร์กและรักษาให้มันคงสภาพการอาร์กอยู่ได้ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นการวิวัฒนาการขั้นแรกของการเชื่อมด้วยการอาร์กแบบต่างๆ



รูปที่ 1.2 แสดงการเชื่อมไฟฟ้า

จากการบันทึกแสดงไว้ว่า การเชื่อมแบบหลอมละลายเริ่มเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อ อะกัสเต เดอเมอริเทนส์ (Aguste de Meritens) ใช้แท่งคาร์บอนอาร์กให้ความร้อนเชื่อมแผ่นตะกั่วหม้อแบตเตอรี่โดยใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ จากนั้นมา 4 ปี เบนาร์โดส เอ็น (Benardos N.) และ โอลิซเวสกิ เอส (Olszeweski S.) ได้พัฒนาเครื่องเชื่อมขึ้นแทนแบตเตอรี่แต่ก็ยังคงใช้แท่งคาร์บอนอาร์กให้ความร้อน

ในปี ค.ศ. 1888 เอ็น จี สลาเวียนอฟ (N.G. Slavianoff) ชาวรัสเซียได้นำลวดเชื่อมเปลือยมาใช้เป็นครั้งแรก ซึ่งการเชื่อมยังมีปัญหามาก ต่อมาในปี ค.ศ. 1907 คเจลล์เบอร์ก (Kjellberh) ชาวสวีเดนได้ผลิตลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ขึ้นมาใช้ซึ่งช่วยให้การเชื่อมมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นได้มีการพัฒนาสารพอกหุ้ม (Flux) ให้ดีขึ้นจนถึงปัจจุบัน

รูปที่ 1.3 แสดงการเชื่อมมิก เชื่อมทิก

รูปที่ 1.4 แสดงการเชื่อมด้วยเครื่องจักร

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ในปี ค.ศ. 1930 โฮบาร์ท (Hobart) และ เทเนอร์ (Tener) ได้นำกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิกออกมาเผยแพร่ ซึ่งเป็นกระบวนการเชื่อมที่มีประสิทธิภาพสูง การหลอมละลายลึกสูงแนวแคบ เชื่อมด้วยความเร็วสูง

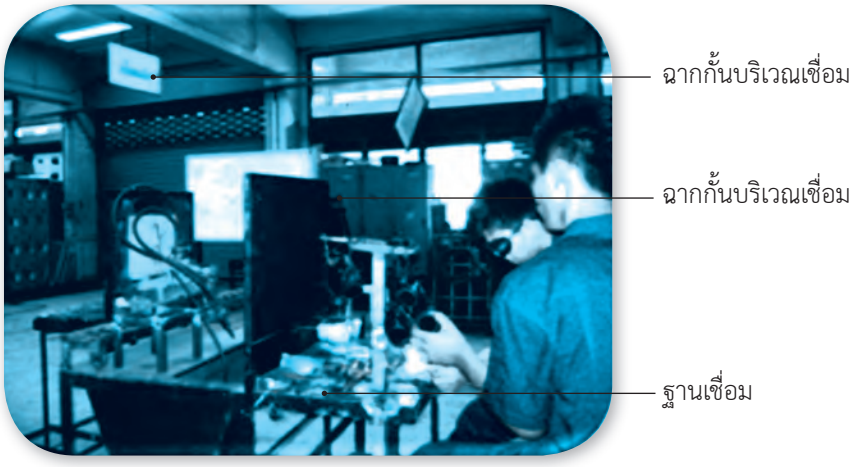
ในปี ค.ศ. 1942 บริษัท ลินด์ (The Linde Company) ได้พัฒนาการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิกขึ้นมาใช้ ซึ่งสามารถเชื่อมโลหะได้เกือบทุกชนิด เชื่อมง่าย แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง หลังจากนั้นมากระบวนการเชื่อมที่ให้ประสิทธิภาพสูงได้พัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ เช่น การเชื่อมพลาสมา การเชื่อมใต้ฟลักซ์ การเชื่อมอิเล็กโทรสแลก เป็นต้น

2. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊สตามหลักอาชีวอนามัย

การปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงานและวิธีการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากเครื่องจักรชำรุด ผู้ปฏิบัติงานไม่เข้าใจหรือไม่ใส่ใจในการป้องกันอันตราย ตลอดจนถึงสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ก่อให้เกิดมลพิษต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน เช่น สภาวะของเสียที่โรงงานอุตสาหกรรมในประเทศได้กำหนดข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยและอาชีวอนามัยไว้ที่มาตรฐานระหว่าง 60-120 เดซิเบล เป็นต้น

ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สจะต้องศึกษาโดยละเอียดถึงความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สและนำไปปฏิบัติอย่างจริงจังตามหลักอาชีวอนามัยดังต่อไปนี้

2.1 พื้นที่เชื่อมแก๊สต้องมีอากาศถ่ายเทสะดวก



รูปที่ 1.5 แสดงบริเวณเชื่อมแก๊ส

2.2 ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงในที่หยิบใช้ได้ง่าย

รูปที่ 1.6 แสดงบริเวณติดตั้งเครื่องดับเพลิง

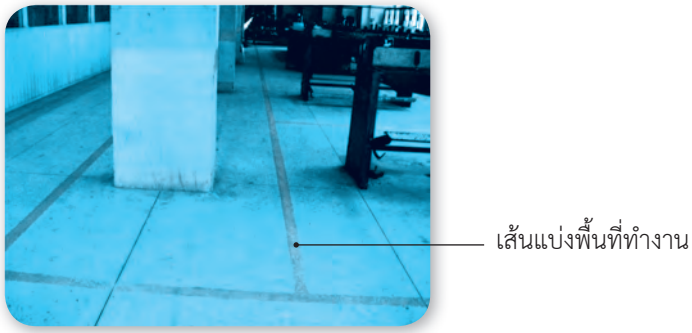
2.3 จัดระบบแสงสว่างให้เพียงพอ

รูปที่ 1.7 แสดงบริเวณการทำงานที่มีแสงสว่างเพียงพอ

2.4 มีอุปกรณ์และยาในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

รูปที่ 1.8 แสดงการมีอุปกรณ์และยาในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

2.5 ทำเส้นแสดงขอบเขตพื้นที่เครื่องจักรและพื้นที่ที่อันตรายให้ชัดเจน



รูปที่ 1.9 แสดงเส้นแบ่งเขตพื้นที่ทำงาน

2.6 แสดงป้ายเตือนหรือบอกตำแหน่งสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ชัดเจน

รูปที่ 1.10 แสดงที่เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์

2.7 มีสถานที่ทำความสะอาดร่างกาย เช่น ห้องน้ำ ห้องส้วมที่สะอาดถูกสุขลักษณะ

รูปที่ 1.11 แสดงบริเวณที่ทำความสะอาดร่างกาย

2.8 ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ เพื่อดูดมลพิษที่เกิดจากกลิ่นหรือเขม่าควันจากการจุดแก๊ส

2.9 ห้ามใช้น้ำมันหรือจาระบีในการหล่อลื่นต่างๆ ในการเชื่อมแก๊ส เพราะจะทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นง่าย หากเกิดแก๊สรั่วบริเวณดังกล่าว

2.10 ในการเคลื่อนย้ายถังแก๊ส ไม่ควรกลิ้งถังแก๊สในแนวนอน ควรกลิ้งในแนวตั้งให้ถังแก๊สทำมุมเอียงเข้าหาตัว โดยใช้มือซ้ายประคองหัวถังแก๊ส มือขวาหมุนถังแก๊สหรือใช้ล้อเข็น

รูปที่ 1.12 แสดงการเคลื่อนย้ายถังแก๊สที่ถูกวิธี

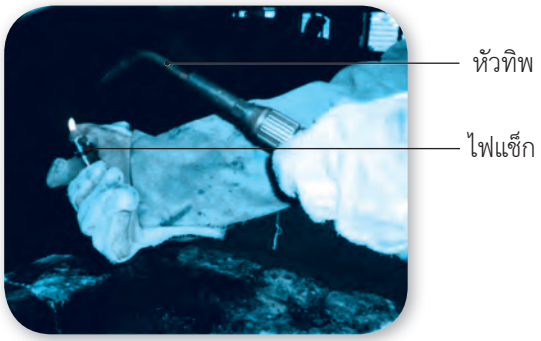
2.11 การตรวจสอบรอยรั่วของแก๊ส ควรใช้น้ำสบู่หรือน้ำผงซักฟอกเท่านั้น

รูปที่ 1.13 แสดงการตรวจสอบด้วยน้ำสบู่เพื่อหารอยรั่ว

2.12 ต้องมีอุปกรณ์สำหรับยึดถังแก๊สให้มั่นคงแข็งแรง ป้องกันถังแก๊สล้มจนเป็นเหตุให้อุปกรณ์ต่างๆ ชำรุดเสียหายหรือเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้

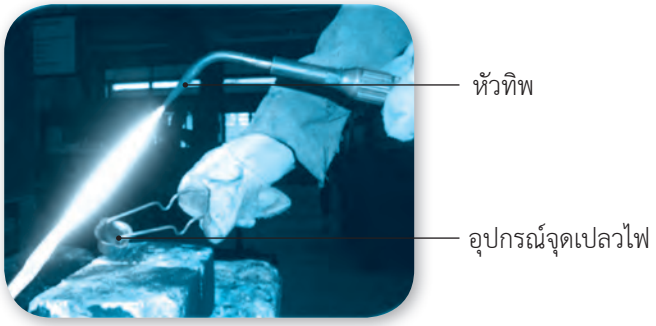
2.13 บริเวณที่ทำการเชื่อมแก๊สต้องไม่มีวัสดุไวไฟหรือวัสดุที่ติดไฟ

2.14 ห้ามใช้ไฟแช็กจุดเปลวไฟ



รูปที่ 1.14 แสดงการห้ามใช้ไฟแช็กจุดเปลวไฟ

2.15 ขณะจุดเปลวไฟให้หันปลายหัวออกจากตัวไปด้านข้าง ระมัดระวังไม่ให้เปลวไฟไปโดนสายเชื่อมและผู้ปฏิบัติงาน



รูปที่ 1.15 แสดงการจุดเปลวไฟที่ถูกวิธี

2.16 ห้ามจุดเปลวไฟจากโลหะที่ร้อน หรือจุดจากเปลวไฟผู้ปฏิบัติงานอื่น

2.17 ปฏิบัติตามกฎโรงงานอย่างเคร่งครัด กฎโรงงานแต่ละโรงงานแตกต่างไปตามชนิดของงาน แต่โดยทั่วไปแล้วกฎโรงงานมีดังต่อไปนี้

2.17.1 การปฏิบัติงานต้องได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมทุกครั้ง

2.17.2 สวมใส่ชุดปฏิบัติงานทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน

รูปที่ 1.16 แสดงชุดปฏิบัติงาน

2.17.3 ขณะปฏิบัติงานห้ามหยอกล้อหรือเล่นกัน

2.17.4 ห้ามรับประทานอาหารในโรงงาน

2.17.5 สวมใส่หน้ากากหรือแว่นตาเชื่อมแก๊สทุกครั้งขณะเชื่อมแก๊ส

รูปที่ 1.17 แสดงการใช้หน้ากากป้องกัน

2.17.6 ใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงทุกครั้งที่ปฏิบัติงานที่เกิดเสียงดังเกิน 90 เดซิเบล เช่น การเจียระไน การตัดด้วยเครื่องตัดไฟเบอร์

2.17.7 ใช้เครื่องมือให้ถูกประเภท

รูปที่ 1.18 แสดงการใช้เครื่องมือถูกประเภท

2.17.8 หลังปฏิบัติงานต้องเก็บเครื่องมือ และทำความสะอาดเครื่องจักร

รูปที่ 1.19 แสดงการทำความสะอาดเครื่องจักร

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมแก๊ส มีดังต่อไปนี้

3.1 ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนและถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

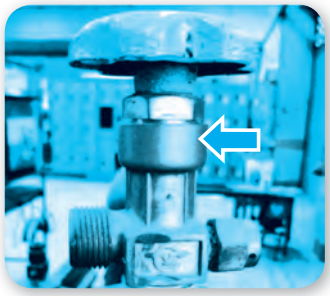
3.1.1 ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder) เป็นถังความดันสูง ทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) เป็นถังไม่มีตะเข็บ หนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร สามารถทนความดันได้สูง ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ICC (Interstate Commerce Commission) สามารถทนต่อความดันน้ำได้ 3,360 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) โดยถังไม่ได้รับความเสียหาย

รูปที่ 1.20 แสดงถังบรรจุแก๊สออกซิเจน

ลักษณะของถังบรรจุแก๊สออกซิเจน เป็นถังรูปทรงกระบอกคล้ายขวด ด้านบนมีลิ้น (Valve) ใช้งานสำหรับเปิด-ปิดให้แก๊สไหลออก ซึ่งจะต่อเข้ากับอุปกรณ์ปรับความดัน (Pressure Regulator) ซึ่งลักษณะของเกลียวจะเป็นเกลียวขวา เพื่อป้องกันการติดตั้งมาตรวัดสลับกับมาตรวัดของแก๊สอะเซทิลีนที่เป็นเกลียวซ้าย

รูปที่ 1.21 แสดงการเปิด-ปิดแก๊สออกซิเจน

ด้านบนของถังนอกจากลิ้นสำหรับเปิด-ปิดแล้ว ยังมีฝาครอบเป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันวาล์วที่อาจจะล้มหรือกระแทกอันเกิดจากการขนส่งได้ สีของถังบรรจุแก๊สออกซิเจนจะมี 2 สี คือ สีดำและสีเขียว ความดันแก๊สออกซิเจนเมื่อบรรจุเต็มจะมีความดันประมาณ 2,200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และนำไปใช้งานไม่เกิน 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ขนาดบรรจุจะบอกเป็นปริมาตรโดยทั่วไปนิยมใช้ขนาด 6 ลูกบาศก์เมตร



วาล์วแก๊สออกซิเจน

ฝาครอบ

รูปที่ 1.22 แสดงวาล์วเปิด-ปิดแก๊สออกซิเจนและฝาครอบ

3.1.2 ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน เป็นถังความดันต่ำทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) ต้องผ่านการทดสอบเช่นเดียวกับถังออกซิเจน ตามมาตรฐานของ ICC (Interstate Commerce Commission) สามารถทนความดันน้ำได้ 800 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) โดยถังไม่ได้รับความเสียหายหรือชำรุด

รูปที่ 1.23 แสดงถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

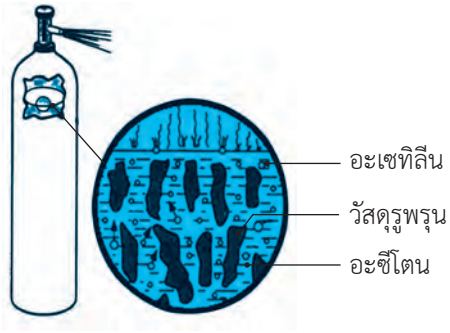
ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนเป็นถังรูปทรงกระบอกคล้ายขวด ด้านบนนอกจากจะมีลิ้นสำหรับเปิด-ปิดแก๊สแล้ว ยังมีปลั๊กนิรภัยติดอยู่ และปลั๊กนิรภัยจะติดอยู่ก้นถังอีก 2 จุด เพื่อป้องกันการระเบิดของถัง โดยปลั๊กนิรภัยจะทำจากวัสดุตะกั่วซึ่งมีจุดหลอมละลายต่ำประมาณ 67°C-105°C เมื่อเกิดความร้อนขึ้นมาภายในถัง ไม่ว่าจากการใช้งานหรือการขนส่ง ปลั๊กจะละลายเพื่อให้แก๊สระบายออกมาช่วยลดความดันภายในถังก่อนเกิดการระเบิด ส่วนข้อต่อจะเป็นเกลียวซ้าย มีข้อสังเกตได้ง่ายคือ จะมีรอยบากเป็นร่องไว้

รูปที่ 1.24 แสดงปลั๊กนิรภัยถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

ด้านบนของถังจะมีฝาครอบเป็นอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายของวาล์วเปิด-ปิด เช่นเดียวกับถังบรรจุแก๊สออกซิเจน สีของถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจะเป็นสีแดง แก๊สอะเซทิลีนเมื่อบรรจุความดันเต็มถังจะมีความดัน 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และเปิดใช้ไม่เกิน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยมีขนาดบรรจุบอกเป็นปริมาตร โดยทั่วไปจะใช้กันขนาด 4-8 ลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 1.25 แสดงวาล์วปิด-เปิดถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

เนื่องจากแก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สติดไฟ ถ้าหากบรรจุแก๊สอย่างอิสระภายใต้ความดันจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ก่อให้เกิดความร้อนขึ้นภายในถัง อาจเกิดระเบิดขึ้นได้ ดังนั้นกรรมวิธีการบรรจุแก๊สจะต้องให้แก๊สอะเซทิลีนละลายอยู่ในของเหลวชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “อะซีโตน” ซึ่งถูกเติมเข้าไปในถังก่อนมีการบรรจุแก๊สอะเซทิลีน อะซีโตนจะซึมไปตามรูพรุนเล็กๆ ของไส้ทั่วทั้งถัง ทำให้สามารถบรรจุแก๊สอะเซทิลีนได้มากขึ้น วัสดุรูพรุนของไส้ที่บรรจุในถังปัจจุบันนิยมใช้ชนิดซิลิกา



รูปที่ 1.26 แสดงสารอะซีโตน

3.2 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมความดันของแก๊สที่จะบอกสถานะความดันภายในถังและความดันใช้งานที่เหมาะสมโดยการปรับสกรูมาตรวัด จะประกอบด้วยเกจวัดความดัน 2 เกจ คือ เกจวัดความดันสูง (High Pressure Gage) และเกจวัดความดันต่ำ (Low Pressure Gage)

ก. ชุดปรับความดันแก๊สออกซิเจน

ข. ชุดปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน

รูปที่ 1.27 แสดงอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

3.2.1 เกจวัดความดันสูง จะทำหน้าที่วัดสภาวะความดันภายในถังเพื่อให้ทราบว่าในขณะนี้มีแก๊สอยู่ในถังจำนวนเท่าใด เกจวัดความดันสูงของแก๊สออกซิเจนจะวัดความดันสูง 2,500-3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เกจวัดความดันของแก๊สอะเซทิลีนจะวัดความดันสูง 250-300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

รูปที่ 1.28 แสดงเกจวัดความดันสูงแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

3.2.2 เกจวัดความดันต่ำ จะเป็นตัวปรับความดันที่นำไปใช้งานให้เหมาะสม เกจวัดความดันต่ำของแก๊สออกซิเจนวัดได้ประมาณ 250-300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แก๊สอะเซทิลีนวัดได้ประมาณ 25-30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

รูปที่ 1.29 แสดงเกจวัดความดันต่ำแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

3.3 สายยางและข้อต่อ (Hoses and Connecter)

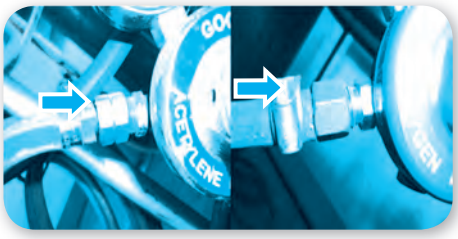
3.3.1 สายยาง (Hoses) เป็นสายยางเพื่อส่งแก๊สจากถังบรรจุแก๊สสู่หัวเชื่อม ใช้ต่อจากอุปกรณ์ปรับความดันมายังทอร์ชเชื่อม สายยางจะประกอบด้วยยาง 3 ชั้น ระหว่างชั้นจะมีเส้นใยไนลอนกั้นอยู่ทุกชั้น เพราะต้องทนกับความดันสูงของแก๊สได้ มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบสายเดี่ยวและสายคู่

ก. สายยางสายคู่

ข. สายยางสายเดี่ยว

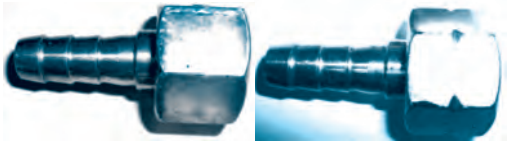
รูปที่ 1.30 แสดงสายสำหรับถังบรรจุแก๊สสำหรับงานเชื่อม

3.3.2 ข้อต่อ (Connecter) เป็นอุปกรณ์ที่ติดกับสายยาง ประกอบด้วยนัตและนิปเปิ้ล และข้อต่อสายจะต่อไปยังทอร์ชเชื่อมซึ่งจะมีจุดสังเกต คือ ออกซิเจนจะมีอักษร “OX” เป็นเกลียวขวา ส่วนข้อต่ออะเซทิลีนจะมีอักษร “GAS” เป็นเกลียวซ้ายและมีรอยบากอยู่บนตัวนัต



ก. แสดงการประกอบสายและข้อต่อเข้ากับเกจวัดความดันแก๊สออกซิเจนและเกจวัดความดันแก๊สอะเซทิลีน

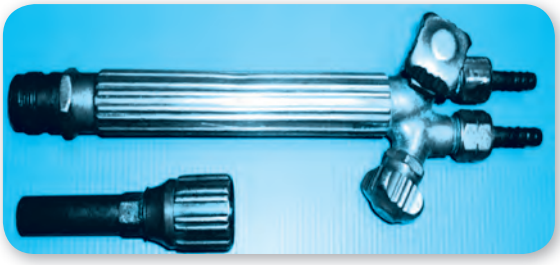
ข. ข้อต่อแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน



ค. ข้อต่อแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

รูปที่ 1.31 แสดงข้อต่อและการประกอบสายและข้อต่อเข้ากับเกจวัดความดันแก๊ส

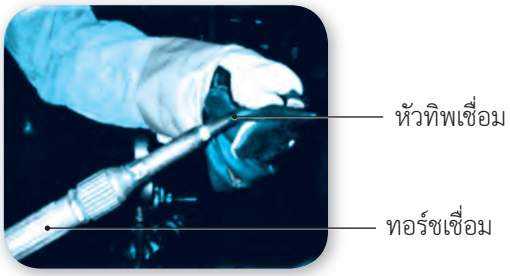
3.4 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นทั้งที่จับหัวเชื่อมและเป็นห้องสำหรับผสมแก๊สระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน โดยมีวาล์วควบคุมการเปิด-ปิดของแก๊สแยกต่อไปยังถังบรรจุแก๊ส



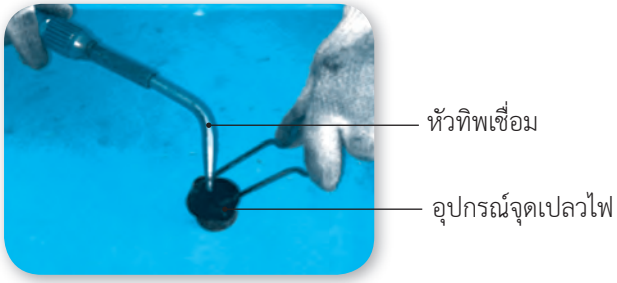
รูปที่ 1.32 แสดงทอร์ชเชื่อมแก๊ส

3.5 หัวทิพ (Tip) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบเข้ากับทอร์ชเชื่อม ทำจากวัสดุทองแดงผสม ทำหน้าที่ให้แก๊สที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนของแก๊สเพื่อให้ได้เปลวไฟตามที่ต้องการ

ก. หัวทิพเชื่อมแก๊ส



ข. การประกอบหัวทิพ



ค. การใช้งานหัวทิพ

รูปที่ 1.33 แสดงหัวทิพ การประกอบและการใช้งานหัวทิพ

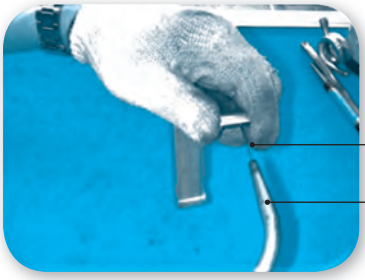
หัวทิพจะมีให้เลือกหลายขนาดแต่ลักษณะและความหนาของชิ้นงาน เช่น เบอร์ 0 เหมาะสำหรับโลหะหนา 0.79 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1.1 แสดงขนาดเบอร์หัวทิพและความหนาโลหะ

ขนาดเบอร์หัวทิพ	ขนาดความหนาโลหะที่ต้องการเชื่อม (มิลลิเมตร)
0	0.79
1	1.58
2	2.38
3	3.17

3.6 อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ (Tip Cleaner) มีลักษณะคล้ายตะไบกลม มีขนาดเท่าๆ กับขนาดหัวทิพ และยังมีลักษณะคล้ายตะไบแบนอันเล็กๆ ไว้ตะไบตกแต่งหัวทิพ เพราะหัวทิพเมื่อใช้เชื่อมนานไปจะเกิดสะเก็ดโลหะเม็ดเล็กๆ เกาะติดปลายหัวทิพ ทำให้แก๊สออกไม่สะดวก จึงควรทำความสะอาดหัวทิพด้วยอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ

ก. อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ

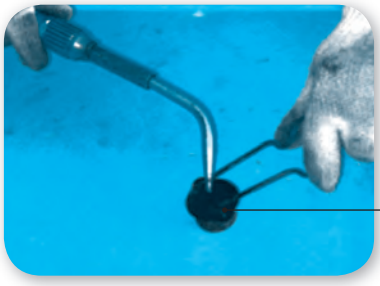


ข. การใช้งานอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ

รูปที่ 1.34 แสดงอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพและการใช้งาน

3.7 อุปกรณ์จุดเปลวไฟ (Spark Lighter) มีลักษณะเป็นถ้วย อีกด้านเป็นแกนถ่าน แกนถ่านหมดสามารถเปลี่ยนได้ ภายในถ้วยจะมีแกนเหล็กมีผิวคล้ายฟันตะไบ ใช้สำหรับจุดเปลวไฟ ขณะจุดเปลวไฟควรห่างประมาณ 1 นิ้ว โดยเอียงหัวทิพเวลาจุดไฟ เพื่อให้ประกายไฟพุ่งพ้นตัวผู้จุด และไม่ควรใช้ไฟแช็กหรือไม้ขีดไฟจุดเปลวไฟ

ก. อุปกรณ์จุดเปลวไฟ



ข. การใช้งานอุปกรณ์จุดเปลวไฟ

รูปที่ 1.35 แสดงอุปกรณ์จุดเปลวไฟและการใช้งาน

3.8 แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Goggles) มีลักษณะเป็นทรงกลมคล้ายแว่นตา เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายจากแสงที่เกิดจากเปลวไฟขณะเชื่อม ช่วยให้มองเห็นการเชื่อมอย่างชัดเจนด้วยกระจกกรองแสงที่มีความเข้มเพียงพอในการกรองแสง กระจกกรองแสงที่เหมาะสมในการเชื่อมแก๊สควรใช้เบอร์ 4-6 เพราะหากใช้เบอร์ที่มีความเข้มมาก เช่น ใช้เบอร์ 10 ก็เข้มเกินไปจนมองไม่เห็นแนวเชื่อมขณะเชื่อม

ก. แว่นตาเชื่อมแก๊ส

ข. การใช้แว่นตาเชื่อมแก๊ส

รูปที่ 1.36 แสดงแว่นตาเชื่อมแก๊สและการใช้งาน

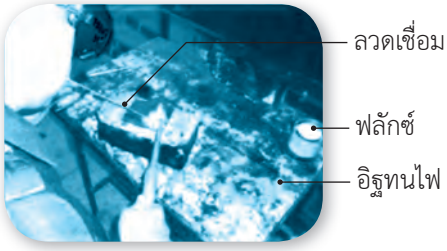
ตารางที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบความหนาของโลหะที่เชื่อมกับความเข้มของเลนส์กรองแสง

ความหนาของโลหะที่เชื่อม (มิลลิเมตร)		ความเข้มของเลนส์กรองแสง
ความหนาไม่เกิน	3.17	No. 4-5
ความหนา	3-12	No. 5-6
ความหนาเกินกว่า	12	No. 6-8

3.9 ฟลักซ์ (Fluxes) คือ ตัวที่ช่วยป้องกันไม่ให้ออกซิเจนในอากาศรวมตัวกับแนวเชื่อมในขณะเชื่อม ซึ่งจะทำให้คุณภาพในการเชื่อมลดลง เช่น ความแข็งแรงต่ำ เกิดการกัดกร่อนง่ายเนื่องจากออกซิเจนในอากาศรวมตัวกับแนวเชื่อม ทำให้เกิดสนิมในที่สุด และที่สำคัญ คือ สามารถช่วยทำให้การเชื่อมได้ง่ายขึ้น

การใช้งานทำได้โดยนำลวดเชื่อมมาเคลือบฟลักซ์ แล้วแต่ลักษณะงานและความเหมาะสม โดยฟลักซ์สำหรับโลหะที่เป็นเหล็ก ประกอบด้วย โบแรกซ์ โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมซิลิเกต และฟลักซ์สำหรับอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสมจะเป็นสารประกอบพวกฟลูออไรด์ คลอไรด์ และไบซัลเฟต

ก. ฟลักซ์เชื่อมทองเหลือง



ข. การใช้ฟลักซ์

รูปที่ 1.37 แสดงฟลักซ์เชื่อมทองเหลืองและการใช้งาน