

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชางานเชื่อม และโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เนื้อหาแบ่งออกเป็น 10 บทเรียน ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ องค์ประกอบการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน หลักการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน การตัดโลหะด้วยแก๊ส การแล่นประสาน ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ และการบัดกรี

ผู้เรียบเรียง ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ปรีกษาและสนับสนุนในการจัดทำจนเกิดผลสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงาน และครอบครัว ที่ให้กำลังใจ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์กับครูผู้สอนและนักเรียนที่นำไปใช้ หากมีข้อบกพร่องประการใดผู้เรียบเรียงยินดีน้อมรับข้อผิดพลาดด้วยความยินดียิ่ง เพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขครั้งต่อไป

สถาปนา มีขาว
แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ
วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง

สารบัญ

| เรื่อง | หน้า |
|---|----------|
| คำนำ | ก |
| สารบัญ | ข |
| สารบัญรูปภาพ | ช |
| สารบัญตาราง | ต |
| รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา | ถ |
| ข้อแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน | ท |
| การวิเคราะห์หลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาแบ่งหน่วยการเรียนรู้ | บ |
| ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา | ป |
| การวิเคราะห์แบ่งหน่วยการเรียนรู้ตามสมรรถนะรายวิชา | ผ |
| ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ | ฝ |
| ตารางกำหนดการเรียนรู้รายสัปดาห์ | ม |
| บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 2 |
| 1.1 หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 5 |
| 1.2 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 7 |
| 1.3 อันตรายในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 9 |
| 1.4 การป้องกันอันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 11 |
| 1.5 ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 14 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 15 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 16 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 18 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 20 |
| ใบงานที่ 1 งานประกอบปรับและติดตั้งเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 21 |
| 1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 30 |
| 1.7 อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อม | 37 |
| 1.8 การเริ่มต้นอาร์ก | 40 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 41 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 42 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 44 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 45 |

สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|--|------------|
| ใบงานที่ 2 งานเริ่มต้นอาร์กและเดินแนวช่วงสั้น | 46 |
| ใบงานที่ 3 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวท่าราบ | 52 |
| บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ต่อ) | |
| 1.9 รอยต่อ และตำแหน่งท่าเชื่อม | 61 |
| 1.10 รอยเชื่อม | 63 |
| 1.11 การเตรียมรอยเชื่อมร่อง | 66 |
| 1.12 ส่วนประกอบของรอยเชื่อม | 67 |
| 1.13 ตำแหน่งท่าเชื่อม | 69 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 71 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 72 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 75 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 77 |
| ใบงานที่ 4 งานเชื่อมต่อมุมท่าราบ | 78 |
| บทที่ 2 องค์ประกอบการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 85 |
| 2.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม | 87 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 96 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 97 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 99 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 100 |
| ใบงานที่ 5 งานเชื่อมต่อเกลยท่าราบ | 101 |
| 2.2 ลวดเชื่อมและมาตรฐานของลวดเชื่อมไฟฟ้า | 110 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 115 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 116 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 118 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 120 |
| ใบงานที่ 6 งานเชื่อมต่อตัวที่ท่าราบ | 121 |
| บทที่ 3 ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน | 128 |
| 3.1 หลักการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน | 130 |
| 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน | 131 |

สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|---|------------|
| 3.3 ความปลอดภัยในการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 146 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 154 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 155 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 157 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 158 |
| ใบงานที่ 7 งานประกอบ ปรับและติดตั้งอุปกรณ์การเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 159 |
| บทที่ 3 ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน (ต่อ) | |
| 3.4 ลักษณะของแก๊สออกซิเจน และแก๊สอะเซทิลีน | 171 |
| 3.5 ชนิดของเปลวไฟเชื่อม | 175 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 177 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 178 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 180 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 181 |
| ใบงานที่ 8 งานปรับเปลวไฟเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 182 |
| ใบงานที่ 9 งานสร้างบ่อหลอมและเดินแนวเชื่อมทำราบ ไม่เต็มลวดเชื่อม | 191 |
| บทที่ 4 หลักการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 201 |
| 4.1 มาตรฐานของลวดเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 203 |
| 4.2 ตำแหน่งท่าเชื่อม | 204 |
| 4.3 รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส | 205 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 207 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 208 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 210 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 211 |
| ใบงานที่ 10 งานเชื่อมต่อมุมทำราบ ไม่เต็มลวดเชื่อม | 212 |
| ใบงานที่ 11 งานเชื่อมต่อชนทำราบ เต็มลวดเชื่อม | 220 |
| 4.4 องค์ประกอบการเชื่อมแก๊ส | 232 |
| 4.5 เทคนิควิธีการเชื่อมแก๊ส | 235 |
| 4.6 ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข | 237 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 239 |

สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|--|------------|
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 243 |
| ใบงานที่ 12 งานเชื่อมต่อเกยท่าราบ | 244 |
| ใบงานที่ 13 งานเชื่อมต่อตัวที่ท่าราบ | 252 |
| บทที่ 5 การตัดโลหะด้วยแก๊ส | 261 |
| 5.1 หลักการตัดโลหะด้วยแก๊ส | 264 |
| 5.2 แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | 264 |
| 5.3 เครื่องมือในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | 265 |
| 5.4 การประกอบและการถอดอุปกรณ์ตัดโลหะแก๊ส | 272 |
| 5.5 การตัดโลหะด้วยมือ | 280 |
| 5.6 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของรอยตัด | 287 |
| 5.7 ความปลอดภัยในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | 290 |
| 5.8 ข้อดีและข้อจำกัดของการตัดโลหะด้วยแก๊ส | 290 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 291 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 292 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 295 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 296 |
| ใบงานที่ 10 งานตัดโลหะด้วยแก๊ส | 297 |
| บทที่ 6 การเล่นประสาน | 305 |
| 6.1 หลักการเล่นประสาน (Brazing) | 308 |
| 6.2 ประเภทของการเล่นประสาน | 309 |
| 6.3 การเล่นประสานด้วยหัวเชื่อมแก๊ส (Torch Brazing) | 313 |
| 6.4 รอยต่อในการเล่นประสาน | 317 |
| 6.5 การเว้นช่องว่างของรอยต่อในการเล่นประสาน | 318 |
| 6.6 ข้อดีของการเล่นประสาน | 318 |
| 6.7 ความปลอดภัยในการเล่นประสาน | 319 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 320 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 321 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 324 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 325 |

สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|--|------------|
| บทที่ 7 ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น | |
| 7.1 วัสดุในงานโลหะแผ่น | 337 |
| 7.2 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น | 338 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 344 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 345 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 348 |
| ใบงานที่ 16 งานตัดตรง | 349 |
| ใบงานที่ 17 งานตัดโค้ง | 354 |
| บทที่ 7 ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น (ต่อ) | |
| 7.3 เครื่องมือในงานโลหะแผ่น | 363 |
| 7.4 เครื่องจักรในงานโลหะแผ่น | 377 |
| 7.5 งานย้ำมุม | 385 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 392 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 393 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 395 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 396 |
| ใบงานที่ 18 งานพับเข้าขอบลวด | 397 |
| ใบงานที่ 19 งานย้ำมุม | 403 |
| บทที่ 8 การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | 409 |
| 8.1 ขอบงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | 411 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 414 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 415 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 417 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 418 |
| ใบงานที่ 20_งานพับขอบชั้นเดียว พับขอบงานสองชั้น และพับตะเข็บล็อก | 419 |
| 8.2 ตะเข็บงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | 428 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 433 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 434 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 436 |

สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|--|------------|
| บทที่ 9 การเขียนแบบแผ่นคลี่ | 453 |
| 9.1 การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย | 455 |
| 9.2 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน | 459 |
| 9.3 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี | 465 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 471 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 472 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 476 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 478 |
| ใบงานที่ 22 งานเขียนแบบแผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยมตัดเฉียงด้วยวิธีเส้นขนาน | 479 |
| บทที่ 10 การตัดกรี | 484 |
| 10.1 หลักการตัดกรีด้วยหัวตัดกรี | 486 |
| 10.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตัดกรีด้วยหัวตัดกรี | 487 |
| 10.3 รอยต่อในการตัดกรี | 494 |
| 10.4 ขั้นตอนการตัดกรีด้วยหัวตัดกรี | 495 |
| 10.5 ความปลอดภัยในการตัดกรี | 497 |
| แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 498 |
| แบบทดสอบท้ายบทเรียน | 499 |
| เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน | 501 |
| เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน | 502 |
| ใบงานที่ 23 งานตัดกรีกกล่องสี่เหลี่ยม | 503 |
| ภาคผนวก | |
| ประวัติผู้เรียบเรียง | 514 |

สารบัญรูป

| | หน้า | |
|-------------|--|----|
| รูปที่ 1.1 | หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 5 |
| รูปที่ 1.2 | การสวมใส่ชุดปฏิบัติงานเชื่อมที่เหมาะสม | 9 |
| รูปที่ 1.3 | รังสีช่วงแสงสว่าง | 10 |
| รูปที่ 1.4 | รังสีที่เกิดขึ้นในขณะที่เชื่อม | 10 |
| รูปที่ 1.5 | อุปกรณ์ป้องกันร่างกายและมือในงานเชื่อม | 11 |
| รูปที่ 1.6 | แว่นตา | 11 |
| รูปที่ 1.7 | หน้ากากเชื่อมแบบสวมหัว | 12 |
| รูปที่ 1.8 | หน้ากากเชื่อมแบบมือจับ | 12 |
| รูปที่ 1.9 | หน้ากากเชื่อมแบบปรับแสงอัตโนมัติ | 12 |
| รูปที่ 1.10 | ห้องปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 13 |
| รูปที่ 1.11 | เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 30 |
| รูปที่ 1.12 | เครื่องเชื่อมกระแสตรงขั้วด้วยเครื่องยนต์ | 31 |
| รูปที่ 1.13 | เครื่องเชื่อมกระแสตรงขั้วด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า | 31 |
| รูปที่ 1.14 | เครื่องเชื่อมกระแสตรงเรียงกระแส | 31 |
| รูปที่ 1.15 | เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า | 32 |
| รูปที่ 1.16 | เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง – เรียงกระแส | 32 |
| รูปที่ 1.17 | เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ | 33 |
| รูปที่ 1.18 | วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 33 |
| รูปที่ 1.19 | การทำงานหนึ่งวัฏจักรของไฟฟ้ากระแสสลับ | 34 |
| รูปที่ 1.20 | วัฏจักรการทำงานของไฟฟ้ากระแสตรง | 34 |
| รูปที่ 1.21 | การต่อขั้วไฟฟ้ากระแสสลับ | 35 |
| รูปที่ 1.22 | การต่อขั้วไฟฟ้ากระแสตรงต่อขั้วลบ | 35 |
| รูปที่ 1.23 | การต่อขั้วไฟฟ้ากระแสตรงต่อขั้วบวก | 36 |
| รูปที่ 1.24 | เปรียบเทียบผลของการต่อขั้วไฟฟ้าที่มีต่อการละลายลิกของงานเชื่อม | 36 |
| รูปที่ 1.25 | ส่วนประกอบของหัวจับลวดเชื่อม | 37 |
| รูปที่ 1.26 | ตัวอย่างหัวจับลวดเชื่อม | 37 |
| รูปที่ 1.27 | คีมจับสายดิน | 38 |
| รูปที่ 1.28 | สายเชื่อมไฟฟ้า | 38 |
| รูปที่ 1.29 | การประกอบสายเชื่อมเข้ากับหัวจับลวดเชื่อมและคีมจับสายดิน | 38 |

สารบัญญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|--|----|
| รูปที่ 1.30 | อุปกรณ์ต่อสายเชื่อม | 39 |
| รูปที่ 1.31 | การต่ออุปกรณ์ต่อสายเชื่อมเข้ากับสายเชื่อม | 39 |
| รูปที่ 1.32 | การเริ่มต้นอาร์กวิธีขีดหรือเขี่ย | 40 |
| รูปที่ 1.33 | รอยต่อชน | 61 |
| รูปที่ 1.34 | รอยต่อมุม | 61 |
| รูปที่ 1.35 | รอยต่อเกย | 62 |
| รูปที่ 1.36 | รอยต่อขอบ | 62 |
| รูปที่ 1.37 | รอยต่อรูปตัวที | 62 |
| รูปที่ 1.38 | รอยเชื่อมร่อง | 63 |
| รูปที่ 1.39 | รอยเชื่อมมุม | 63 |
| รูปที่ 1.40 | รอยเชื่อมจุด | 63 |
| รูปที่ 1.41 | รอยเชื่อมรอบช่อง | 64 |
| รูปที่ 1.42 | รอยเชื่อมปุ่มยื่น | 64 |
| รูปที่ 1.43 | รอยเชื่อมตะเข็บ | 64 |
| รูปที่ 1.44 | รอยเชื่อมพอกผิว | 65 |
| รูปที่ 1.45 | รอยเชื่อมพอกผิว | 65 |
| รูปที่ 1.46 | การเตรียมรอยเชื่อมร่อง | 66 |
| รูปที่ 1.47 | ส่วนประกอบของรอยเชื่อมมุมผิวนูน | 67 |
| รูปที่ 1.48 | ส่วนประกอบของรอยเชื่อมต่อชนบากร่อง | 68 |
| รูปที่ 1.49 | ตำแหน่งท่าเชื่อมของรอยต่อชนบากร่อง | 69 |
| รูปที่ 1.50 | ตำแหน่งท่าเชื่อมของรอยต่อตัวที | 69 |
| รูปที่ 1.51 | ตำแหน่งท่าเชื่อมของรอยต่อ | 70 |
| รูปที่ 2.1 | การเชื่อมมีระยะอาร์กสั้นหรือแคบเกินไป | 87 |
| รูปที่ 2.2 | ระยะอาร์กในการเชื่อม | 87 |
| รูปที่ 2.3 | ผลกระทบของระยะอาร์กที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม | 88 |
| รูปที่ 2.4 | การใช้ระยะอาร์คที่ต่างกัน | 88 |
| รูปที่ 2.5 | ผลกระทบของกระแสไฟที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม | 89 |
| รูปที่ 2.6 | มุมเดินลวดเชื่อมของงานเชื่อมต่อชน | 90 |

สารบัญญรูป (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 2.7 มุมเดินลวดเชื่อมของงานเชื่อมต่อมุม | 90 |
| รูปที่ 2.8 มุมงานของงานเชื่อมต่อมุม | 91 |
| รูปที่ 2.9 ทิศทางการเชื่อมและมุมของลวดเชื่อม | 91 |
| รูปที่ 2.10 ผลกระทบของมุมตามลวดเชื่อมที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม | 91 |
| รูปที่ 2.11 ผลกระทบของมุมนำลวดเชื่อมที่มีผลต่อรูปร่างของแนวเชื่อม | 92 |
| รูปที่ 2.12 ผลกระทบของความเร็วเชื่อมที่มีต่อรูปร่างของแนวเชื่อม | 92 |
| รูปที่ 2.13 แนวเชื่อมที่มีผลจากองค์ประกอบต่าง ๆ | 93 |
| รูปที่ 2.14 การใช้ลวดเชื่อมตามตารางกล่องลวดเชื่อม | 94 |
| รูปที่ 2.15 รูปแบบการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม | 94 |
| รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 110 |
| รูปที่ 2.17 การกำหนดรหัสของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS (A5.1-1991) | 111 |
| รูปที่ 2.18 ตัวอย่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 112 |
| รูปที่ 2.19 อุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดแนวเชื่อม | 114 |
| รูปที่ 2.20 ตัวอย่างคีมจับยึดงานเชื่อม | 114 |
| รูปที่ 3.1 การเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 130 |
| รูปที่ 3.2 เครื่องมือในการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 131 |
| รูปที่ 3.3 โครงสร้างของถังบรรจุอะเซทิลีน | 132 |
| รูปที่ 3.4 การติดตั้งวาล์วหัวถังอะเซทิลีน | 132 |
| รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบภายนอกของถังออกซิเจน | 133 |
| รูปที่ 3.6 โครงสร้างภายนอกและภายในของวาล์วหัวถังออกซิเจน | 134 |
| รูปที่ 3.7 เครื่องปรับและควบคุมความดันแก๊ส | 135 |
| รูปที่ 3.8 โครงสร้างภายในของมาตรวัดความดัน | 136 |
| รูปที่ 3.9 โครงสร้างภายในและภายนอกของหัวเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 138 |
| รูปที่ 3.10 โครงสร้างภายนอกและภายในของหัวเชื่อมแบบสมดุลความดัน | 138 |
| รูปที่ 3.11 โครงสร้างภายในของหัวเชื่อมแบบหัวฉีด | 139 |
| รูปที่ 3.12 หัวทิพที่ใช้ในการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 139 |
| รูปที่ 3.13 โครงสร้างภายนอกและภายในของสายเชื่อม | 140 |
| รูปที่ 3.14 ชนิดของสายเชื่อม | 140 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 3.15 การประกอบสายเชื่อมเข้ากับหัวเชื่อมและเครื่องปรับและควบคุมความดันแก๊ส | 141 |
| รูปที่ 3.16 ข้อต่อสายเชื่อม | 141 |
| รูปที่ 3.17 การต่อสายเชื่อมเข้ากับข้อต่อ | 142 |
| รูปที่ 3.18 อุปกรณ์ป้องกันไฟย้อนกลับ | 142 |
| รูปที่ 3.19 โครงสร้างภายในของวาล์วป้องกันแก๊สไหลย้อนกลับ | 142 |
| รูปที่ 3.20 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟย้อนกลับ | 143 |
| รูปที่ 3.21 อุปกรณ์จุดเปลวแก๊ส | 143 |
| รูปที่ 3.22 แวนตาสำหรับงานเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 144 |
| รูปที่ 3.23 ตัวอย่างประแจสำหรับการประกอบและถอดอุปกรณ์เชื่อม | 144 |
| รูปที่ 3.24 ประแจบล็อกเปิด - ปิดถังอะเซทิลีน | 145 |
| รูปที่ 3.25 เข็มทำความสะอาดหัวทิพ | 145 |
| รูปที่ 3.26 สถานที่เก็บถังอะเซทิลีน | 146 |
| รูปที่ 3.27 การจัดเก็บถังอะเซทิลีนและออกซิเจน | 146 |
| รูปที่ 3.28 การวางถังอะเซทิลีนที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง | 147 |
| รูปที่ 3.29 การวางถังบรรจุออกซิเจนและอะเซทิลีน | 147 |
| รูปที่ 3.30 การเคลื่อนย้ายถังแก๊สเชื้อเพลิง | 148 |
| รูปที่ 3.31 ตำแหน่งการตรวจสอบรอยรั่วของแก๊สตามจุดต่ออุปกรณ์ด้วยน้ำสบู่ | 148 |
| รูปที่ 3.32 การใช้หมวกครอบหัวถังเพื่อป้องกันวาล์วหัวถังก่อนเคลื่อนย้าย | 149 |
| รูปที่ 3.33 วิธีการเคลื่อนย้ายถังแก๊สที่ไม่ถูกต้อง | 149 |
| รูปที่ 3.34 ลักษณะของสายเชื่อมที่ชำรุด | 149 |
| รูปที่ 3.35 การวางหัวเชื่อมที่มีเปลวไฟบนโต๊ะงาน | 150 |
| รูปที่ 3.36 การเปิดวาล์วถังแก๊สอะเซทิลีนและเสียบประแจไว้ที่วาล์วหัวถัง | 150 |
| รูปที่ 3.37 การปรับความดันอะเซทิลีน (ไม่เกิน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) | 150 |
| รูปที่ 3.38 หน้าปัดของมาตรวัดความดันเมื่อเลิกใช้งาน | 151 |
| รูปที่ 3.39 การเปิด-ปิดวาล์วหัวถังออกซิเจนด้วยมือ | 151 |
| รูปที่ 3.40 ชุดปฏิบัติงานเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 151 |
| รูปที่ 3.41 การจุดเปลวไฟด้วยอุปกรณ์จุดเปลวไฟ | 152 |
| รูปที่ 3.42 ทิศทางการจุดเปลวไฟ | 152 |
| รูปที่ 3.43 การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง | 152 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|---|-----|
| รูปที่ 3.44 | ห้องปฏิบัติงานเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 153 |
| รูปที่ 3.45 | การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า | 171 |
| รูปที่ 3.46 | ลักษณะถังผลิตแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงน้ำ | 173 |
| รูปที่ 3.47 | ลักษณะถังผลิตแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมน้ำลงแคลเซียมคาร์ไบด์ | 174 |
| รูปที่ 3.48 | ลักษณะของเปลวไฟคาร์บอนมาก | 175 |
| รูปที่ 3.49 | ลักษณะของเปลวกลาง | 175 |
| รูปที่ 3.50 | ลักษณะเปลวออกซิเจนมาก | 176 |
| รูปที่ 4.1 | การเชื่อมตำแหน่งท่าราบ | 204 |
| รูปที่ 4.2 | การเชื่อมตำแหน่งท่าระดับ | 204 |
| รูปที่ 4.3 | การเชื่อมตำแหน่งท่าตั้ง | 204 |
| รูปที่ 4.4 | การเชื่อมตำแหน่งท่าเหนือศรีษะ | 205 |
| รูปที่ 4.5 | รอยต่อชน | 205 |
| รูปที่ 4.6 | รอยต่อมุม | 205 |
| รูปที่ 4.7 | รอยต่อเกย | 206 |
| รูปที่ 4.8 | รอยต่อขอบ | 206 |
| รูปที่ 4.9 | รอยต่อรูปตัวที | 206 |
| รูปที่ 4.10 | ระยะห่างกรวยไฟ | 232 |
| รูปที่ 4.11 | ลักษณะของแนวเชื่อม เมื่อมุมในการเชื่อมเปลี่ยนไปขณะเคลื่อนหัวทิฟไปข้างหน้า | 233 |
| รูปที่ 4.12 | การเปรียบเทียบการเคลื่อนหัวทิฟเร็วและช้าที่มีผลต่อแนวเชื่อม | 234 |
| รูปที่ 4.13 | การส่ายหัวทิฟ | 234 |
| รูปที่ 4.14 | ทิศทางการเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้า | 235 |
| รูปที่ 4.15 | ทิศทางการเชื่อมแบบหัวทิฟนำหน้าลวดเชื่อม | 236 |
| รูปที่ 5.1 | หลักการตัดโลหะด้วยแก๊ส | 264 |
| รูปที่ 5.2 | เครื่องมือในการตัดโลหะด้วยออกซิอะเซทิลีน | 265 |
| รูปที่ 5.3 | โครงสร้างภายนอกและภายในของหัวตัดแก๊สแบบสมดุลความดัน | 266 |
| รูปที่ 5.4 | โครงสร้างภายในของหัวตัดแก๊สแบบฉีด | 266 |
| รูปที่ 5.5 | ลำตัวหัวตัดแก๊ส | 267 |
| รูปที่ 5.6 | ชุดประกอบของหัวตัดแก๊ส | 267 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|--|-----|
| รูปที่ 5.7 | การประกอบลำตัวหัวตัดเข้ากับชุดประกอบหัวตัด | 267 |
| รูปที่ 5.8 | ส่วนประกอบของโครงสร้างภายนอก และภายในของลำตัวหัวตัด และชุดประกอบหัวตัด | 268 |
| รูปที่ 5.9 | โครงสร้างภายนอกของหัวทิพตัด | 269 |
| รูปที่ 5.10 | โครงสร้างภายในของหัวทิพตัดที่ใช้กับหัวตัดแก๊สแบบฉีด | 269 |
| รูปที่ 5.11 | โครงสร้างภายในของหัวทิพตัดชนิดมีห้องผสมแก๊สอยู่ภายใน | 270 |
| รูปที่ 5.12 | เครื่องมือและอุปกรณ์ตัดโลหะด้วยแก๊ส | 272 |
| รูปที่ 5.13 | การยึดถังอะเซทิลีนและถังออกซิเจนกับรถเข็น | 273 |
| รูปที่ 5.14 | การเปิดวาล์วหัวถังออกซิเจน | 273 |
| รูปที่ 5.15 | ประกอบเครื่องปรับและควบคุมความดันเข้ากับถังบรรจุออกซิเจน | 274 |
| รูปที่ 5.16 | เปิดวาล์วหัวถังอะเซทิลีนออก | 274 |
| รูปที่ 5.17 | การประกอบเครื่องปรับและควบคุมความดันเข้ากับถังบรรจุอะเซทิลีน | 274 |
| รูปที่ 5.18 | การประกอบสายออกออกซิเจนเข้ากับเครื่องปรับและควบคุมความดัน | 275 |
| รูปที่ 5.19 | การประกอบสายอะเซทิลีนเข้ากับข้อต่อของเครื่องปรับและควบคุมความดัน | 275 |
| รูปที่ 5.20 | การประกอบอุปกรณ์ป้องกันไฟไหลย้อนกลับกับสายเชื่อม | 275 |
| รูปที่ 5.21 | การประกอบห้องผสมแก๊สเข้ากับหัวตัดแก๊ส | 276 |
| รูปที่ 5.22 | การเปิดวาล์วหัวถังและตรวจสอบความดันออกซิเจน | 276 |
| รูปที่ 5.23 | การหมุนสกรูปรับความดันของออกซิเจนใช้งาน | 277 |
| รูปที่ 5.24 | การเปิดวาล์วออกซิเจนที่หัวตัดแก๊สเพื่อตรวจสอบความดันแก๊ส | 277 |
| รูปที่ 5.25 | ตรวจสอบรอยรั่วของออกซิเจน | 278 |
| รูปที่ 5.26 | การเปิดวาล์วหัวถังบรรจุอะเซทิลีน | 278 |
| รูปที่ 5.27 | การตรวจสอบความดันในถังบรรจุอะเซทิลีน | 278 |
| รูปที่ 5.28 | การตรวจสอบความดันใช้งานของอะเซทิลีน | 279 |
| รูปที่ 5.29 | ตรวจสอบรอยรั่วของอะเซทิลีน | 279 |
| รูปที่ 5.30 | การเอียงหัวตัดแก๊สทำมุม 5-10 องศา กับแนวตั้ง | 280 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|---|-----|
| รูปที่ 5.31 | ระยะห่างของกรวยไฟกับผิวหน้าของชิ้นงาน | 280 |
| รูปที่ 5.32 | การเดินหัวตัดแก๊สในการตัดแผ่นเหล็กหนาด้วยหัวตัดแก๊สแบบมาตรฐาน | 281 |
| รูปที่ 5.33 | ลำดับขั้นการตัดแผ่นเหล็กหนา | 281 |
| รูปที่ 5.34 | การเดินหัวตัดแก๊สในการตัดแผ่นเหล็กหนาด้วยหัวตัดแก๊สแบบฉีด | 282 |
| รูปที่ 5.35 | การเดินตัดโดยให้รูออกซิเจนอยู่บนเส้นแนวตัด | 282 |
| รูปที่ 5.36 | การเดินหัวตัดแก๊สในการตัดแผ่นเหล็กหนา | 283 |
| รูปที่ 5.37 | การส่ายหัวทิพเป็นวงกลมขณะตัดแผ่นเหล็กหนา | 283 |
| รูปที่ 5.38 | การเดินหัวตัดแก๊สในการตัดแผ่นเหล็กบาง | 284 |
| รูปที่ 5.39 | การเดินหัวตัดแก๊สในการตัดแผ่นเหล็กบางให้รอยตัดอยู่ในแนวตั้ง | 284 |
| รูปที่ 5.40 | การตัดตรงโดยให้รอยตัดเฉียง | 285 |
| รูปที่ 5.41 | การควบคุมหัวตัดแก๊สในการตัดตรงโดยให้รอยตัดเฉียง | 285 |
| รูปที่ 5.42 | การเดินตัดตรงโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยอาจทำให้แนวตัดคดงอได้ | 286 |
| รูปที่ 5.43 | การใช้เหล็กฉากช่วยประคองหัวทิพตัดในการตัดตรงแนวตั้ง | 286 |
| รูปที่ 5.44 | การใช้เหล็กฉากช่วยประคองหัวทิพตัดในการตัดตรงโดยให้รอยตัดเฉียง | 286 |
| รูปที่ 5.45 | ล้อประกอบหัวตัดแก๊สและการใช้งาน | 287 |
| รูปที่ 5.46 | รอยตัดที่มีองค์ประกอบถูกต้อง | 287 |
| รูปที่ 5.47 | รอยตัดที่เคลื่อนที่ของหัวตัดแก๊สช้าและอุณหภูมิชิ้นงานไม่เพียงพอ | 287 |
| รูปที่ 5.48 | รอยตัดที่หัวทิพตัดหรือกรวยไฟอยู่ห่างจากผิวชิ้นงานมาก | 288 |
| รูปที่ 5.49 | รอยตัดที่หัวทิพตัดหรือกรวยไฟอยู่ใกล้ผิวชิ้นงานมากเกินไป | 288 |
| รูปที่ 5.50 | รอยตัดที่เปลวไฟพุ่งงานใหญ่หรือรูออกซิเจนตัดมีขนาดใหญ่เกินไป | 288 |
| รูปที่ 5.51 | รอยตัดที่หัวทิพตัดหรือกรวยไฟอยู่ห่างจากผิวชิ้นงานมาก | 289 |
| รูปที่ 5.52 | รอยตัดที่ใช้แรงดันออกซิเจนตัดสูงเกินไป | 289 |
| รูปที่ 5.53 | รอยตัดที่ใช้ความเร็วตัดสูง | 289 |
| รูปที่ 5.54 | การกระเด็นของสะเก็ดโลหะขณะตัดด้วยแรงดันออกซิเจนระดับต่าง ๆ | 290 |
| รูปที่ 6.1 | หลักการเล่นประสาน | 308 |
| รูปที่ 6.2 | ลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาแทรกซึม | 308 |
| รูปที่ 6.3 | การเล่นประสานในเตา | 309 |
| รูปที่ 6.4 | การเล่นประสานแบบเหนียวน่า | 310 |
| รูปที่ 6.5 | การเล่นประสานความต้านทาน | 310 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|--|-----|
| รูปที่ 6.6 | การเล่นประสานแบบจุ่ม | 311 |
| รูปที่ 6.7 | การเล่นประสานด้วยอินฟราเรด | 311 |
| รูปที่ 6.8 | ส่วนประกอบภายในของหลอดควอตซ์ | 312 |
| รูปที่ 6.9 | การเล่นประสานโดยใช้หัวเชื่อมแก๊ส | 312 |
| รูปที่ 6.10 | เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเล่นประสานด้วยหัวเชื่อมแก๊ส | 313 |
| รูปที่ 6.11 | รูปแบบของโลหะประสาน | 314 |
| รูปที่ 6.12 | ตัวอย่างฟลักซ์ที่ใช้ในการเล่นประสาน | 315 |
| รูปที่ 6.13 | ชนิดของรอยต่อในการเล่นประสาน | 317 |
| รูปที่ 6.14 | ตัวอย่างการออกแบบรอยต่อในการเล่นประสาน | 317 |
| รูปที่ 7.1 | การเลือกใช้ปากไขควง | 338 |
| รูปที่ 7.2 | ทิศทางการขันแน่นหรือคลาย | 338 |
| รูปที่ 7.3 | การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ในงานโลหะแผ่น | 339 |
| รูปที่ 7.4 | การใช้เครื่องตัดที่ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันมือ (ปลอดภัยกว่า) | 340 |
| รูปที่ 7.5 | ลักษณะของการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (ไม่สวมถุงมือขณะปฏิบัติงาน) | 341 |
| รูปที่ 7.6 | ตำแหน่งจุดหนีบของเครื่องมือขึ้นรูปโลหะแผ่น | 341 |
| รูปที่ 7.7 | ตำแหน่งจุดหนีบของเครื่องมือทำร่อง | 341 |
| รูปที่ 7.8 | ตำแหน่งจุดหนีบของเครื่องมือทำสันและทำจีบปลายท่อ | 342 |
| รูปที่ 7.9 | อุบัติเหตุจากการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มเหล็กของเครื่องพับ | 342 |
| รูปที่ 7.10 | การใช้ถุงมือในการจับหรือเคลื่อนย้ายโลหะแผ่น | 343 |
| รูปที่ 7.11 | การเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นด้วยรถเข็น | 343 |
| รูปที่ 7.12 | การจัดเก็บโลหะแผ่นบนชั้นวาง | 343 |
| รูปที่ 7.13 | ค้อนตะเข็บและตัวอย่างการใช้งาน | 363 |
| รูปที่ 7.14 | รูปร่างของค้อนเคาะขึ้นและการใช้งาน | 363 |
| รูปที่ 7.15 | ค้อนย้ำหมุดและการใช้งาน | 364 |
| รูปที่ 7.16 | ค้อนหัวกลมและการใช้งาน | 364 |
| รูปที่ 7.17 | ค้อนพลาสติกและการใช้งาน | 364 |

สารบัญญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|--|-----|
| รูปที่ 7.18 | ค้อนยางและการใช้งาน | 365 |
| รูปที่ 7.19 | ค้อนไม้และการใช้งาน | 365 |
| รูปที่ 7.20 | บรรทัดเหล็ก | 366 |
| รูปที่ 7.21 | ฉากเหล็กสำหรับงานโลหะแผ่น | 366 |
| รูปที่ 7.22 | เหล็กขีดและการใช้งาน | 367 |
| รูปที่ 7.23 | ชนิดของวงเวียนเหล็กที่ใช้ในงานโลหะแผ่น | 367 |
| รูปที่ 7.24 | เหล็กถ่ายแบบและการใช้งาน | 368 |
| รูปที่ 7.25 | เหล็กตอกนำศูนย์และการใช้งาน | 368 |
| รูปที่ 7.26 | เกจวัดโลหะแผ่นชนิดที่ใช้กับโลหะแผ่นเหล็ก | 369 |
| รูปที่ 7.27 | กรรไกรตัดโลหะแผ่น | 369 |
| รูปที่ 7.28 | กรรไกรอะเวียชัน | 370 |
| รูปที่ 7.29 | ตัวอย่างการใช้กรรไกรอะเวียชันตัดโลหะแผ่น | 370 |
| รูปที่ 7.30 | คีมปากจิ้งจกปากแบน | 370 |
| รูปที่ 7.31 | คีมปากจิ้งจกปากกลม | 371 |
| รูปที่ 7.32 | คีมประสม | 371 |
| รูปที่ 7.33 | คีมล็อกพับตะเข็บและการใช้งาน | 371 |
| รูปที่ 7.34 | เหล็กย้ำตะเข็บและการใช้งาน | 372 |
| รูปที่ 7.35 | แท่นรองและการใช้แท่นช่วยขึ้นรูป | 373 |
| รูปที่ 7.36 | แท่นช่วยขึ้นรูปแบบบีเวล เอด | 373 |
| รูปที่ 7.37 | แท่นช่วยขึ้นรูปแบบคอนดักเตอร์ | 374 |
| รูปที่ 7.38 | แท่นช่วยขึ้นรูปแบบ โบล์วฮอร์น | 374 |
| รูปที่ 7.39 | แท่นช่วยขึ้นรูปแบบคริสซิง | 374 |
| รูปที่ 7.40 | แท่นช่วยขึ้นรูปแบบแคนเดล โมล | 375 |
| รูปที่ 7.41 | แท่นช่วยขึ้นรูปแบบดับเบิล ซีมมิง สเต็ค | 375 |
| รูปที่ 7.42 | แท่นขึ้นรูปแบบนีดเดิลเคส | 375 |
| รูปที่ 7.43 | แท่นช่วยขึ้นรูป (Stakes) แบบอื่น ๆ ที่นิยมนำมาใช้งาน | 376 |
| รูปที่ 7.44 | เครื่องตัดตรง | 377 |
| รูปที่ 7.45 | เครื่องตัดมุมชนิดใช้มือโยกตัด | 377 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|--|-----|
| รูปที่ 7.46 | เครื่องตัดงานกลม | 378 |
| รูปที่ 7.47 | เครื่องตัดโลหะแผ่นแบบใช้มือโยกตัด | 378 |
| รูปที่ 7.48 | เครื่องพับแบบใช้มือโยก | 379 |
| รูปที่ 7.49 | เครื่องพับด้วยมือแบบคอร์นิส | 379 |
| รูปที่ 7.50 | เครื่องพับแบบกล่องและกระทะ | 380 |
| รูปที่ 7.51 | เครื่องพับแบบบาร์โพลเดอร์ | 380 |
| รูปที่ 7.52 | เครื่องมือ้วนโลหะแผ่นชนิดม้วนขึ้นรูปด้วยมือ | 381 |
| รูปที่ 7.53 | เครื่องหมุนทำร่อง | 381 |
| รูปที่ 7.54 | เครื่องขึ้นขอบ | 382 |
| รูปที่ 7.55 | ส่วนประกอบของเครื่องขึ้นขอบ | 382 |
| รูปที่ 7.56 | เครื่องหมุนทำร่องและลูกกลิ้ง | 383 |
| รูปที่ 7.57 | ส่วนประกอบของเครื่องหมุนทำร่อง | 383 |
| รูปที่ 7.58 | การขึ้นรูปด้วยเครื่องทำสันและทำจีบปลายท่อ | 384 |
| รูปที่ 7.59 | เครื่องเจาะรูโลหะแผ่นด้วยมือและการใช้งาน | 384 |
| รูปที่ 7.60 | รูปร่างหมุดย้ำและการประกอบโครงสร้างสะพาน | 385 |
| รูปที่ 7.61 | ก - ค แสดงหมุดย้ำขึ้นรูปเย็นตามมาตรฐาน มอก. 129-2530 | 385 |
| รูปที่ 7.62 | ง - จ แสดงหมุดย้ำขึ้นรูปเย็นตามมาตรฐาน มอก. 129-2530 | 386 |
| รูปที่ 7.63 | งานย้ำหมุดรอยต่อเกย | 386 |
| รูปที่ 7.64 | งานย้ำหมุดรอยต่อชน | 387 |
| รูปที่ 7.65 | การกำหนดระยะห่างของหมุดย้ำในงานย้ำหมุดต่อเกย | 387 |
| รูปที่ 7.66 | การกำหนดระยะห่างของหมุดย้ำในงานต่อชน | 388 |
| รูปที่ 7.67 | การเผื่อความยาวของหมุดย้ำหัวกลม | 389 |
| รูปที่ 7.68 | การเจาะรูสำหรับงานย้ำหมุด | 389 |
| รูปที่ 7.69 | การสอดหมุดเข้าไปในรูเจาะ | 390 |
| รูปที่ 7.70 | การใช้เหล็กย้ำหมุด และเหล็กรองรับหัวหมุดกดแผ่นขึ้นงานให้ประกบกันสนิท | 390 |
| รูปที่ 7.71 | การใช้ค้อนแต่งหัวหมุดให้ได้รูปทรงคล้ายดอกเห็ด | 390 |
| รูปที่ 7.72 | การใช้เหล็กย้ำหมุดครอบหัวหมุดเพื่อแต่งหัวหมุดสำเร็จ | 391 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|-------------|--|-----|
| รูปที่ 8.1 | ขอบงานพับชั้นเดียว | 411 |
| รูปที่ 8.2 | ขอบงานพับสองชั้น | 412 |
| รูปที่ 8.3 | การเข้าขอบลวด | 413 |
| รูปที่ 8.4 | การประกอบยึดโลหะแผ่นด้วยตะเข็บเกย | 428 |
| รูปที่ 8.5 | การประกอบยึดโลหะแผ่นด้วยตะเข็บล็อก | 429 |
| รูปที่ 8.6 | การประกอบยึดโลหะแผ่นด้วยตะเข็บพับชั้นเดียว | 430 |
| รูปที่ 8.7 | การประกอบยึดโลหะแผ่นด้วยตะเข็บสองชั้น | 431 |
| รูปที่ 8.8 | การประกอบยึดโลหะแผ่นด้วยตะเข็บเกยมุมด้านนอก | 431 |
| รูปที่ 8.9 | การประกอบยึดโลหะแผ่นด้วยตะเข็บเกยมุมด้านใน | 432 |
| รูปที่ 8.10 | ขั้นตอนการประกอบตะเข็บกันกระป๋อง | 432 |
| รูปที่ 9.1 | การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย | 455 |
| รูปที่ 9.2 | การเผื่อขนาดสำหรับขอบพับชั้นเดียวและตะเข็บเกยในแบบแผ่นคลี่ | 455 |
| รูปที่ 9.3 | ขนาดของชิ้นงานกล่องสี่เหลี่ยม | 456 |
| รูปที่ 9.4 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ฝาปิดด้านล่าง | 456 |
| รูปที่ 9.5 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ฝาปิดด้านซ้ายและด้านขวา | 457 |
| รูปที่ 9.6 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ฝาปิดด้านหน้าและด้านหลัง | 457 |
| รูปที่ 9.7 | การเผื่อตะเข็บเกยและขอบพับสองชั้นของแผ่นคลี่ | 458 |
| รูปที่ 9.8 | ปริซึมรูปทรงเหลี่ยมและรูปทรงกระบอก | 459 |
| รูปที่ 9.9 | ปริซึมตัดเฉียงรูปทรงต่าง ๆ | 459 |
| รูปที่ 9.10 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน | 460 |
| รูปที่ 9.11 | ภาพถ่ายและภาพสามมิติของปริซึมรูปทรงสี่เหลี่ยมตัดเฉียง | 461 |
| รูปที่ 9.12 | ขั้นตอนการเขียนแบบแผ่นคลี่ปริซึมรูปทรงสี่เหลี่ยมตัดเฉียง | 462 |
| รูปที่ 9.13 | แผ่นคลี่ปริซึมรูปทรงสี่เหลี่ยมตัดเฉียง | 462 |
| รูปที่ 9.14 | ภาพถ่ายและภาพสามมิติของปริซึมรูปทรงกระบอกตัดเฉียง | 463 |
| รูปที่ 9.15 | ขั้นตอนการเขียนแบบแผ่นคลี่ปริซึมรูปทรงกระบอกตัดเฉียงด้วยวิธีเส้นขนาน | 463 |
| รูปที่ 9.16 | แผ่นคลี่รูปทรงกระบอกตัดเฉียง | 464 |
| รูปที่ 9.17 | รูปทรงของชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี | 465 |
| รูปที่ 9.18 | รูปทรงของชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี | 465 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| | หน้า | |
|--------------|---|-----|
| รูปที่ 9.19 | คำจำกัดความในการเขียนแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี | 466 |
| รูปที่ 9.20 | ขั้นตอนการเขียนแบบแผ่นคลี่กรวยยอดแหลม | 467 |
| รูปที่ 9.21 | การหาจุดตัดที่ภาพของพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่าตัดเฉียง | 468 |
| รูปที่ 9.22 | การหาจุดตัดและของแผ่นคลี่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่าตัดเฉียง | 469 |
| รูปที่ 9.23 | แผ่นคลี่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่าตัดเฉียง | 470 |
| รูปที่ 10.1 | วิธีการบัดกรีด้วยหัวบัดกรี | 486 |
| รูปที่ 10.2 | ตัวอย่างการบัดกรีตามแนวตะเข็บ | 486 |
| รูปที่ 10.3 | เครื่องมือและอุปกรณ์ในการบัดกรี | 487 |
| รูปที่ 10.4 | หัวบัดกรีชนิดใช้แก๊สอะเซทิลีน | 487 |
| รูปที่ 10.5 | หัวบัดกรีชนิดใช้แก๊สโพรเพน | 487 |
| รูปที่ 10.6 | หัวบัดกรีไฟฟ้า | 488 |
| รูปที่ 10.7 | หัวบัดกรีแบบให้ความร้อนทางอ้อม | 488 |
| รูปที่ 10.8 | ตะเกียงเผาหัวบัดกรีและการใช้งาน | 489 |
| รูปที่ 10.9 | เตาเผาหัวบัดกรี | 489 |
| รูปที่ 9.10 | อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวบัดกรี | 490 |
| รูปที่ 10.11 | ตัวอย่างโลหะบัดกรี | 491 |
| รูปที่ 10.12 | วัสดุช่วยประสานแบบไม่กัดกร่อน | 492 |
| รูปที่ 10.13 | วัสดุช่วยประสานแบบกัดกร่อน | 492 |
| รูปที่ 10.14 | ตัวอย่างรอยต่อในการบัดกรี | 494 |
| รูปที่ 10.15 | ตัวอย่างรอยต่อในการบัดกรี | 494 |
| รูปที่ 10.16 | การแต่งหัวบัดกรี | 495 |
| รูปที่ 10.17 | การตะไบแต่งหัวบัดกรี | 495 |
| รูปที่ 10.18 | การทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการบัดกรี | 495 |
| รูปที่ 10.19 | การทาน้ำยาประสานบนรอยต่อ | 496 |
| รูปที่ 10.20 | การเผาหัวบัดกรี | 496 |
| รูปที่ 10.21 | การฉาบหัวบัดกรี | 496 |
| รูปที่ 10.22 | การบัดกรีตามแนวตะเข็บ | 497 |
| รูปที่ 10.23 | ชิ้นงานที่ทำการบัดกรีเรียบร้อยแล้ว | 497 |

สารบัญตาราง

| | หน้า | |
|---------------|---|-----|
| ตารางที่ 1.1 | เบอร์กระจกกรองแสงลักษณะงานเชื่อมและกระแสไฟตามมาตรฐาน AWS | 13 |
| ตารางที่ 2.1 | การเลือกใช้ปริมาณของกระแสไฟเชื่อมที่เหมาะสม กับความหนาของชิ้นงาน และขนาดของลวดเชื่อม | 89 |
| ตารางที่ 2.2 | รายละเอียดของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS (A5.1-1991) | 113 |
| ตารางที่ 3.1 | การเลือกใช้ขนาดหัวทิฟในงานเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 140 |
| ตารางที่ 3.2 | อุณหภูมิของเปลวเชื่อมชนิดต่าง ๆ | 176 |
| ตารางที่ 4.1 | การเลือกใช้ลวดเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 203 |
| ตารางที่ 4.2 | ตำหนิของแนวเชื่อมแก๊สลักษณะต่าง ๆ | 237 |
| ตารางที่ 5.1 | ค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัดโลหะ | 264 |
| ตารางที่ 5.2 | การเลือกขนาดหัวทิฟ แรงดันแก๊สและความเร็วตัดสำหรับหัวตัดแก๊สแบบมาตรฐาน | 271 |
| ตารางที่ 5.3 | การเลือกขนาดหัวทิฟ แรงดันแก๊สและความเร็วตัดสำหรับหัวตัดแก๊สแบบฉีด | 271 |
| ตารางที่ 6.1 | ส่วนผสมของโลหะประสานเงินเจือ ตามมาตรฐานของ AWS-A5.8 (บางส่วน) | 314 |
| ตารางที่ 6.2 | การเลือกใช้ฟลักซ์ให้เหมาะสมกับโลหะประสานโลหะชิ้นงาน | 316 |
| ตารางที่ 6.3 | ขนาดช่องว่างของรอยต่อสำหรับโลหะประสานชนิดต่าง ๆ | 318 |
| ตารางที่ 7.1 | ตัวอย่างเบอร์ ความหนา และน้ำหนักของโลหะแผ่นเคลือบสังกะสี ขนาด 4 × 8 ฟุต (1219 × 2438 มิลลิเมตร) ตามมาตรฐานของบริษัท BWG (บางส่วน) | 337 |
| ตารางที่ 7.2 | ขนาดของเหล็กย้ำตะเข็บและความกว้างตะเข็บ | 372 |
| ตารางที่ 7.3 | ขนาดรูเจาะสำหรับงานย้ำหมุดหัวครึ่งวงกลมตามมาตรฐานเยอรมัน DIN 660 | 388 |
| ตารางที่ 10.1 | ชนิดของโลหะบัดกรีและการนำไปใช้งาน | 490 |
| ตารางที่ 10.2 | ช่วงอุณหภูมิหลอมละลายของโลหะบัดกรีตีบุก-ตะกั่ว | 491 |
| ตารางที่ 10.3 | ชนิดของวัสดุช่วยประสานในการบัดกรีและการใช้งาน | 493 |

รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา

หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 สาขาวิชา ช่างยนต์

ชื่อวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส : 20100 - 1004

หน่วยกิต : 2 หน่วยกิต (4 คาบต่อสัปดาห์) รวม 18 สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊ส การเชื่อมไฟฟ้าและงานโลหะแผ่น
2. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เชื่อมไฟฟ้า และการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ ในงานเชื่อม
3. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะแผ่น รูปทรงเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ อุปกรณ์โลหะแผ่น
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้ หลักการกระบวนการเชื่อมแก๊ส และการเชื่อมไฟฟ้า
2. เชื่อมแผ่นประสานและตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
3. เชื่อมอาร์กกลวดหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
4. เขียนแบบแผ่นคลี่ลงแผ่นงานตามแบบ
5. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อมและโลหะแผ่น หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การเลือกใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อม ทำเชื่อม รอยต่อที่ใช้งานเชื่อม และการแผ่นประสาน การประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส การแผ่นประสาน (BRAZING) และเชื่อมไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที่ เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ การถ่ายแบบ การเข้าขอบ การทำตะเข็บ การย้ำหมุด การบัดกรี (SOLDERING) การขึ้นรูปด้วยการพับ ตัด ม้วน เคาะ และประกอบชิ้นงาน

ข้อเสนอแนะการใช้เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอน วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100 - 1004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 เป็นวิชาเรียนทฤษฎี 1 ชั่วโมง และปฏิบัติ 3 ชั่วโมง รวม 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต จัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับประกอบการสอน อำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอน และให้นักเรียนใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ลักษณะเอกสารประกอบการเรียนการสอน แบ่งออกเป็นทั้งหมด 10 บทเรียน ซึ่งได้แก่ ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์, องค์ประกอบการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์, ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน, หลักการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน, การตัดโลหะด้วยแก๊ส การเล่นประสาน, ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น, การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น, การเขียนแบบแผ่นคลี่ และการบัดกรี โดยมีคำแนะนำการใช้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย ประกอบด้วย

1. หัวข้อเรื่อง
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
5. สื่อการเรียนการสอน
6. งานที่มอบหมาย / กิจกรรม
7. การประเมินผลงาน

สำหรับครู

1. ใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน เรื่องงานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น โดยก่อนใช้เอกสารประกอบการสอน ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบถึง ขั้นตอนการใช้เอกสารประกอบการสอน และความซื่อสัตย์ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน
2. ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเรื่อง งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ทั้งในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนการเรียน ศึกษาเนื้อหา ทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังการเรียน
3. ในการจัดกิจกรรมภาคปฏิบัติ ครูอาจจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยให้นักเรียนจับคู่ แบ่งกลุ่ม เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือทำเป็นรายบุคคลก็ได้
4. เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ ควรให้นักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ศึกษา และช่วยกันประเมินผลการทำงานร่วมกับครู โดยครูต้องบันทึกผลคะแนนทดสอบก่อนการเรียน คะแนนระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงผลของการพัฒนาของตนเอง หากนักเรียนทำคะแนนได้ไม่ถึงเกณฑ์ ควรให้นักเรียนย้อนกลับไปศึกษาซ้ำ หรือครูจะสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนจนกระทั่งทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สำหรับนักเรียน

1. ใช้เอกสารประกอบการสอนนี้ สำหรับศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
2. ในการศึกษาเอกสารประกอบการสอนนี้ หากนักเรียนไม่เข้าใจให้จดบันทึกไว้ เพื่อสอบถามครูในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียน
3. ขั้นตอนการใช้เอกสารประกอบการสอน
 - 3.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการเรียนรู้
 - 3.2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อทดสอบความรู้ของนักเรียนก่อนที่จะศึกษา
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนตามกระบวนการเรียนรู้ จนกว่าจะเข้าใจ
 - 3.4 ฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม และทำแบบฝึกหัด เพื่อทบทวนความรู้ให้ครบตามที่กำหนดให้
 - 3.5 ในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามผิด ให้กลับไปศึกษาเนื้อหาเดิมซ้ำอีกครั้ง และแก้ไข คำตอบที่ผิดให้ถูก ก่อนที่จะไปศึกษาเนื้อหาใหม่
 - 3.6 ส่งงานให้กับครูเพื่อประเมินร่วมกับนักเรียน
 - 3.7 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบความรู้ และความเข้าใจ
 - 3.8 ตรวจสอบคำตอบ แบบทดสอบก่อนการเรียน และแบบทดสอบหลังการเรียน เพื่อให้ทราบผลของการพัฒนาตนเอง
4. ในการศึกษา นักเรียนควรได้รับความรู้ ทักษะ และฝึคนิสัยที่ดีในการทำงาน จะต้อง ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ และเป็นระเบียบเรียบร้อย โดยคำนึงถึงหลักความปลอดภัย การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และการรักษาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสร้างคุณธรรมให้เกิดขึ้นกับตนเอง ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความมีวินัย และการตรงต่อเวลา เพื่อให้เป็นคนดี คนเก่ง และอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

ด้านการประเมินผลเวลาเรียน

เวลาในการเข้าเรียนของนักเรียน คิดตามเกณฑ์การประเมินผลของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา คือ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมด จึงจะมีสิทธิ์ประเมินผลการเรียนของภาคเรียนนั้น หากมีเวลาเรียนน้อยกว่า ร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมด นักเรียนจะ ได้รับประเมินผลเป็น ข.ร. ซึ่งไม่สามารถสอบแก้ตัว ต้องลงทะเบียนเรียนใหม่เท่านั้น

ด้านการประเมินผลการเรียน

ภาคทฤษฎี ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบประจำหน่วย แต่ละหน่วยคิดคะแนนภาคทฤษฎีทั้งหมดเป็นคะแนนเต็ม รวม 20 คะแนน

ภาคปฏิบัติ ใช้แบบประเมินผลการปฏิบัติงานตามใบงานแต่ละใบงานคิดคะแนนภาคปฏิบัติ ทั้งหมดเป็นคะแนนเต็มรวม 60 คะแนน

ด้านเจตคติ

1. ครูเช็คชื่อก่อนเข้าเรียน ตรวจการแต่งกาย สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเรียน และฝึกปฏิบัติงาน ตรวจพฤติกรรมการทำงาน และกิจนิสัยทางช่างที่ดีของนักเรียนทุกครั้ง บันทึก คะแนนด้านเจตคติ ในแต่ละวัน ๆ ละ 10 คะแนน โดยใช้แบบประเมินผลด้านเจตคติ เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน ด้านคุณธรรม จริยธรรม ขณะเรียน

2. นำคะแนนจากข้อที่ 1 มารวมกันทั้งหมดคิดคะแนนทั้งหมดเป็นคะแนนเต็ม ด้านเจตคติ (คุณธรรม จริยธรรม) รวม 20 คะแนน นำผลคะแนนเต็มจากการประเมินด้านทฤษฎี (20 คะแนน) ด้านปฏิบัติ (60 คะแนน) และด้านเจตคติ (20 คะแนน) รวมคะแนนเต็มทั้งหมด 100 คะแนน นำคะแนนดังกล่าวไปประเมินผลการเรียนรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนที่ได้คะแนนผลการเรียนตามเกณฑ์ (100 คะแนน) จะมีผลระดับการเรียน ดังนี้

| | | |
|------------------|------|-----|
| คะแนน 80 – 100 | เกรด | 4 |
| คะแนน 75 – 79 | เกรด | 3.5 |
| คะแนน 70 – 74 | เกรด | 3 |
| คะแนน 65 – 69 | เกรด | 2.5 |
| คะแนน 60 – 64 | เกรด | 2 |
| คะแนน 55 – 59 | เกรด | 1.5 |
| คะแนน 50 – 54 | เกรด | 1 |
| คะแนน ต่ำกว่า 50 | เกรด | 0 |

การวิเคราะห์หลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาแบ่งหน่วยการเรียนรู้

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100 – 1004 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

| คำอธิบายรายวิชา | บทที่ | ชื่อบทเรียน |
|--|-------|--|
| ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อมและโลหะแผ่น หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การเลือกใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อม ท่าเชื่อม รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อม และการแล่นประสาน การประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส การแล่นประสาน (BRAZING) และเชื่อมไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที่ เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ การถ่ายแบบ การเข้าขอบ การทำตะเข็บ การย้ำหมุด การบัดกรี (SOLDERING) การขึ้นรูปด้วยการพับ ตัด ม้วน เคาะ และประกอบชิ้นงาน | 1 | ความรู้เบื้องต้นเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ |
| | 2 | องค์ประกอบการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ |
| | 3 | ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน |
| | 4 | หลักการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน |
| | 5 | การตัดโลหะด้วยแก๊ส |
| | 6 | การแล่นประสาน |
| | 7 | ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น |
| | 8 | การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น |
| | 9 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ |
| | 10 | การบัดกรี |

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100 - 1004 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

| บทที่ | ชื่อบทเรียน | เวลา (ชม.) | |
|-------|--|------------|----|
| | | ท | ป |
| 1 | ความรู้เบื้องต้นเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 3 | 9 |
| 2 | องค์ประกอบของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 2 | 6 |
| 3 | ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน | 2 | 6 |
| 4 | หลักการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน | 2 | 6 |
| 5 | การตัดโลหะด้วยแก๊ส | 1 | 3 |
| 6 | การเล่นประสาน | 1 | 3 |
| 7 | ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น | 2 | 6 |
| 8 | การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | 2 | 6 |
| 9 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ | 1 | 3 |
| 10 | การบัดกรี | 1 | 3 |
| | ทบทวนและทดสอบความรู้ | 1 | 3 |
| | รวม | 18 | 54 |

การวิเคราะห์แบ่งหน่วยการเรียนรู้ตามสมรรถนะรายวิชา

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100 - 1004 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

| บทที่ | ชื่อหน่วยการสอน | สมรรถนะรายวิชา | | | | |
|-------|--|----------------|-------|-------|-------|-------|
| | | ข้อ 1 | ข้อ 2 | ข้อ 3 | ข้อ 4 | ข้อ 5 |
| 1 | ความรู้เบื้องต้นเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | | | | |
| 2 | องค์ประกอบอาร์กเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | | | | |
| 3 | ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน | ✓ | | ✓ | | |
| 4 | หลักการเชื่อมออกซีอะเซทิลีน | ✓ | | ✓ | | |
| 5 | การตัดโลหะด้วยแก๊ส | ✓ | ✓ | | | |
| 6 | การเล่นประสาน | ✓ | ✓ | | | |
| 7 | ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น | | | | | ✓ |
| 8 | การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | | | | | ✓ |
| 9 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ | | | | ✓ | ✓ |
| 10 | การบัดกรี | | ✓ | | | ✓ |

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้ หลักการกระบวนการเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า
2. เชื่อม เล่นประสาน และตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
3. เชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
4. เขียนแบบแผ่นคลี่ลงแผ่นงานตามแบบ
5. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100 – 1004 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

| บทที่ | สาระการเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ | | | | | | | |
|-------|---|----------------------------|---|---|-------|---|----------|---|--|
| | | ความรู้ | | | ทักษะ | | กิจนิสัย | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 1 | ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | | | | | | |
| | 1.1 หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.2 วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.3 อันตรายในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.4 การป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.5 ความปลอดภัยในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.7 อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อม | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.8 การเริ่มต้นอาร์ก | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.9 รอยต่องานเชื่อม | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.10 รอยเชื่อม | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.11 การเตรียมรอยเชื่อมร่อง | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.12 ส่วนประกอบของรอยเชื่อม | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 1.13 ตำแหน่งท่าเชื่อม | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | ใบงานที่ 1 งานประกอบปรับและติดตั้งเครื่องเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ใบงานที่ 2 งานเริ่มต้นอาร์กและเดินแนวช่วงสั้น | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ใบงานที่ 4 งานเชื่อมต่อมุมท่าราบ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ใบงานที่ 3 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวท่าราบ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |

| บทที่ | สาระการเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ | | | | | | |
|----------|---|----------------------------|---|---|-------|---|----------|---|
| | | ความรู้ | | | ทักษะ | | กิจนิสัย | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | ใบงานที่ 10 งานเชื่อมต่อมุมทำراب ไม่เติมลวดเชื่อม | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | ใบงานที่ 11 งานเชื่อมต่อชนทำراب เติมลวดเชื่อม | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | ใบงานที่ 12 งานเชื่อมต่อเกยทำراب | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | ใบงานที่ 13 งานเชื่อมต่อตัวที่ทำراب | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5 | การตัดโลหะด้วยแก๊ส | | | | | | | |
| | 5.1 หลักการตัดโลหะด้วยแก๊ส | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 5.2 แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 5.3 เครื่องมือในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 5.4 การประกอบและการถอดอุปกรณ์ตัดโลหะแก๊ส | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 5.5 การตัดโลหะด้วยมือ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 5.6 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของรอยตัด | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 5.7 ความปลอดภัยในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 5.8 ข้อดีและข้อจำกัดของการตัดโลหะด้วยแก๊ส | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | ใบงานที่ 14 งานตัดโลหะด้วยแก๊ส | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 6 | การเล่นประสาน | | | | | | | |
| | 6.1 หลักการเล่นประสาน | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 6.2 ประเภทของการเล่นประสาน | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 6.3 การเล่นประสานด้วยหัวเชื่อมแก๊ส | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 6.4 รอยต่อในการเล่นประสาน | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 6.5 การเว้นช่องว่างของรอยต่อในการเล่นประสาน | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 6.6 ข้อดีของการเล่นประสาน | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | 6.7 ความปลอดภัยในการเล่นประสาน | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | ใบงานที่ 15 งานเล่นประสานต่อเกยทำراب | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

| บทที่ | สาระการเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ | | | | | | | |
|-------|--|----------------------------|---|---|-------|---|----------|---|--|
| | | ความรู้ | | | ทักษะ | | กิจนิสัย | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 7 | ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น | | | | | | | | |
| | 7.1 วัสดุในงานโลหะแผ่น | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 7.2 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 7.3 เครื่องมือในงานโลหะแผ่น | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 7.4 เครื่องจักรในงานโลหะแผ่น | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 7.5 งานย้าหุมุด | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | ใบงานที่ 16 งานตัดตรง | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ใบงานที่ 17 งานตัดโค้ง | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ใบงานที่ 18 งานพับเข้าขอบลวด | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ใบงานที่ 19 งานย้าหุมุด | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 8 | การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | | | | | | | | |
| | 8.1 ขอบงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 8.2 ตะเข็บงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | ใบงานที่ 20 งานพับขอบชั้นเดียว พับขอบงานสองชั้น | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ใบงานที่ 21 งานพับและประกอบผลิตภัณฑ์ กล่องสี่เหลี่ยม | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 9 | การเขียนแบบแผ่นคลี่ | | | | | | | | |
| | 9.1 การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 9.2 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 9.3 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | ใบงานที่ 22 งานเขียนแบบแผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยม ตัดเฉียงด้วยวิธีเส้นขนาน | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |

| บทที่ | สาระการเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ | | | | | | | |
|-------|---|----------------------------|---|---|-------|---|----------|---|--|
| | | ความรู้ | | | ทักษะ | | กิจนิสัย | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 10 | การบัดกรี | | | | | | | | |
| | 10.1 หลักการบัดกรีด้วยหัวบัดกรี | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 10.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการบัดกรีด้วยหัวบัดกรี | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 10.3 รอยต่อในการบัดกรี | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 10.4 ขั้นตอนการบัดกรีด้วยหัวบัดกรี | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | 10.5 ความปลอดภัยในการบัดกรี | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| | ใบงานที่ 23 งานบัดกรี | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ทบทวนความรู้ทฤษฎี | | | | | | | | |
| | ทบทวนความรู้ปฏิบัติ | | | | | | | | |
| | ทดสอบความรู้ | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

หมายเหตุ : ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ความรู้ 1 = ความจำ 2 = ความเข้าใจ 3 = การนำไปใช้
 ทักษะ 1 = การเลียนแบบ 2 = การทำตามแบบ
 กิจนิสัย 1 = การรับรู้ 2 = การตอบสนอง

ตารางกำหนดการเรียนรู้รายสัปดาห์

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100 - 1004 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

| สัปดาห์ ที่ | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง | | รวม ชั่วโมง |
|----------------|---|--------------|---------|----------------|
| | | ทฤษฎี | ปฏิบัติ | |
| 1 | บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 1 | | |
| | 1.1 หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | |
| | 1.2 วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | |
| | 1.3 อันตรายในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | |
| | 1.4 การป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | |
| | 1.5 ความปลอดภัยในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | |
| | ใบงานที่ 1 งานประกอบปรับและติดตั้งเครื่องเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | 3 | 4 |
| 2 | บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์(ต่อ) | 1 | | |
| | 1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | | | |
| | 1.7 อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อม | | | |
| | 1.8 การเริ่มต้นอาร์ก | | | |
| | ใบงานที่ 2 งานเริ่มต้นอาร์กและเดินแนวช่วงสั้น | | 1.5 | |
| | ใบงานที่ 3 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวทำราบ | | 1.5 | 8 |
| 3 | บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์(ต่อ) | 1 | | |
| | 1.9 รอยต่องานเชื่อม | | | |
| | 1.10 รอยเชื่อม | | | |
| | 1.11 การเตรียมรอยเชื่อมร่อง | | | |
| | 1.12 ส่วนประกอบของรอยเชื่อม | | | |
| | 1.13 ตำแหน่งท่าเชื่อม | | | |
| | ใบงานที่ 4 งานเชื่อมต่อมุมทำราบ | | 3 | 12 |
| 4 | บทที่ 2 องค์ประกอบของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 1 | | |
| | 2.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม | | | |
| | ใบงานที่ 5 งานเชื่อมต่อเกยทำราบ | | 3 | 16 |
| 5 | บทที่ 2 องค์ประกอบของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์(ต่อ) | 1 | | |

| ลำดับ ที่ | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง | | รวม ชั่วโมง |
|--------------|--|--------------|---------|----------------|
| | | ทฤษฎี | ปฏิบัติ | |
| | 2.2 ลวดเชื่อมและมาตรฐานของลวดเชื่อมไฟฟ้า | | | |
| | ใบงานที่ 6 งานเชื่อมต่อตัวที่ทำราบ | | | 20 |
| 6 | บทที่ 3 ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 1 | | |
| | 3.1 หลักการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | | | |
| | 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | | | |
| | 3.3 ความปลอดภัยในการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | | | |
| | ใบงานที่ 7 งานประกอบ ปรับ และติดตั้งอุปกรณ์การเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | | 3 | 24 |
| 7 | บทที่ 3 ความรู้เบื้องต้นการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน(ต่อ) | 1 | | |
| | 3.4 ลักษณะของแก๊สออกซิเจน และแก๊สอะเซทิลีน | | | |
| | 3.5 ชนิดของเปลวไฟเชื่อม | | | |
| | 3.6 ความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | | | |
| | ใบงานที่ 8 งานปรับเปลวไฟเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | | 1.5 | |
| | ใบงานที่ 9 งานสร้างบ่อหลอมและเดินแนวเชื่อมไม่เต็มลวดเชื่อม | | 1.5 | 28 |
| 8 | บทที่ 4 หลักการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน | 1 | | |
| | 4.1 ลักษณะของแก๊สออกซิเจน และแก๊สอะเซทิลีน | | | |
| | 4.2 ตำแหน่งท่าเชื่อม | | | |
| | 4.3 รอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส | | | |
| | ใบงานที่ 10 งานเชื่อมต่อมุมทำราบ ไม่เต็มลวดเชื่อม | | 1.5 | |
| | ใบงานที่ 11 งานเชื่อมต่อชนทำราบ เต็มลวดเชื่อม | | 1.5 | 32 |
| | ใบงานที่ 12 งานเชื่อมต่อเกยทำราบ | | 1.5 | |
| 9 | บทที่ 4 หลักการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน(ต่อ) | 1 | | |
| | 4.4 องค์ประกอบการเชื่อมแก๊ส | | | |
| | 4.5 เทคนิควิธีการเชื่อมแก๊ส | | | |
| | 4.6 ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข | | | |
| | ใบงานที่ 13 งานเชื่อมต่อตัวที่ทำราบ | | 1.5 | 36 |

| ลำดับ ที่ | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง | | รวม ชั่วโมง |
|--|--|--------------|---------|----------------|
| | | ทฤษฎี | ปฏิบัติ | |
| 10 | บทที่ 5 การตัดโลหะด้วยแก๊ส | 1 | | |
| | 5.1 หลักการตัดโลหะด้วยแก๊ส | | | |
| | 5.2 แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | | | |
| | 5.3 เครื่องมือในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | | | |
| | 5.4 การประกอบและการถอดอุปกรณ์ตัดโลหะแก๊ส | | | |
| | 5.5 การตัดโลหะด้วยมือ | | | |
| | 5.6 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของรอยตัด | | | |
| | 5.7 ความปลอดภัยในการตัดโลหะด้วยแก๊ส | | | |
| | 5.8 ข้อดีและข้อจำกัดของการตัดโลหะด้วยแก๊ส | | | |
| | ใบงานที่ 14 งานตัดโลหะด้วยแก๊ส | | 3 | 40 |
| 11 | บทที่ 6 การเล่นประสาน | 1 | | |
| | 6.1 หลักการเล่นประสาน | | | |
| | 6.2 ประเภทของการเล่นประสาน | | | |
| | 6.3 การเล่นประสานด้วยหัวเชื่อมแก๊ส | | | |
| | 6.4 รอยต่อในการเล่นประสาน | | | |
| | 6.5 การเว้นช่องว่างของรอยต่อในการเล่นประสาน | | | |
| | 6.6 ข้อดีของการเล่นประสาน | | | |
| | 6.7 ความปลอดภัยในการเล่นประสาน | | | |
| ใบงานที่ 15 งานเล่นประสานต่อเกณฑ์าราบ | | 3 | 44 | |
| 12 | บทที่ 7 ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น | 1 | | |
| | 7.1 วัสดุในงานโลหะแผ่น | | | |
| | 7.2 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น | | | |
| | ใบงานที่ 16 งานตัดตรง | | 1.5 | |
| | ใบงานที่ 17 งานตัดโค้ง | | 1.5 | 48 |

| ลำดับ ที่ | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง | | รวม ชั่วโมง |
|--------------|--|--------------|---------|----------------|
| | | ทฤษฎี | ปฏิบัติ | |
| 13 | บทที่ 7 ความรู้เบื้องต้นงานโลหะแผ่น | 1 | | |
| | 7.3 เครื่องมือในงานโลหะแผ่น | | | |
| | 7.4 เครื่องจักรในงานโลหะแผ่น | | | |
| | 7.5 งานย้ำหมุด | | | |
| | ใบงานที่ 18 งานพับเข้าขอบลวด | | 1.5 | |
| | ใบงานที่ 19 งานย้ำหมุด | | 1.5 | 52 |
| 14 | บทที่ 8 การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | 1 | | |
| | 8.1 ขอบงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | | | |
| | ใบงานที่ 20 งานพับขอบชั้นเดียว พับขอบงานสองชั้น | | 3 | 56 |
| 15 | บทที่ 8 การประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น(ต่อ) | 1 | | |
| | 8.2 ตะเข็บงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น | | | |
| | ใบงานที่ 21 งานพับและประกอบผลิตภัณฑ์กล่องสี่เหลี่ยม | | 3 | 60 |
| 16 | บทที่ 9 การเขียนแบบแผ่นคลี่ | 1 | | |
| | 9.1 การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย | | | |
| | 9.2 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน | | | |
| | 9.3 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี | | | |
| | ใบงานที่ 22 งานเขียนแบบแผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยมตัดเฉียงด้วยวิธีเส้นขนาน | | 3 | 64 |
| 17 | บทที่ 10 การบัดกรี | 1 | | |
| | 10.1 หลักการบัดกรีด้วยหัวบัดกรี | | | |
| | 10.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการบัดกรีด้วยหัวบัดกรี | | | |
| | 10.3 รอยต่อในการบัดกรี | | | |
| | 10.4 ขั้นตอนการบัดกรีด้วยหัวบัดกรี | | | |
| | 10.5 ความปลอดภัยในการบัดกรี | | | |
| | ใบงานที่ 23 งานบัดกรี | | 3 | 68 |

| สัปดาห์ ที่ | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง | | รวม ชั่วโมง |
|----------------|--------------------------------------|--------------|---------|----------------|
| | | ทฤษฎี | ปฏิบัติ | |
| 18 | ทบทวนความรู้ทฤษฎี | 1 | | |
| | ทบทวนความรู้ปฏิบัติ | | 1 | |
| | ทดสอบความรู้ “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” | | 2 | 72 |
| | รวม | 18 | 54 | 72 |