



การจัดการเรียนรู้แบบโมดูล (Module)

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์
สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 1

เรื่อง มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม (20103-2111) เล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มี การวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบุรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องๆงาน ทุกๆที่ทำให้เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

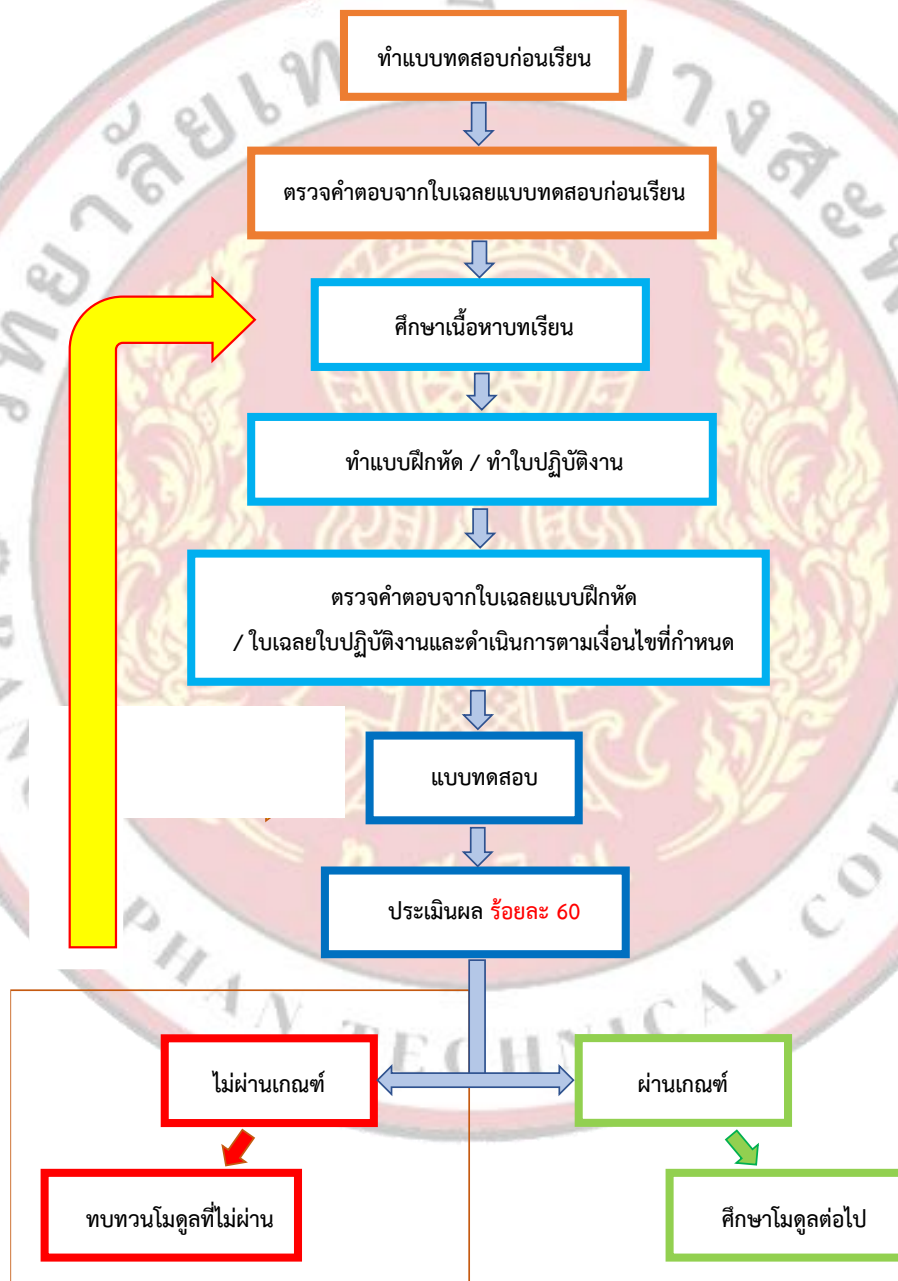
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	4
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	5
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	14
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	15
ใบปฏิบัติงาน	16
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	17
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	18
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	20
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	21
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	24
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	26

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม เป็น การควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกันมาตรฐานที่นิยมใช้มี 3มาตรฐานดังนี้ มาตรฐานเหล็กอเมริกามาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN)มาตรฐานเหล็กญี่ปุ่น (JIS)

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม เป็น การควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกันมาตรฐานที่นิยมใช้มี 3มาตรฐานดังนี้ มาตรฐานเหล็กอเมริกา มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN)มาตรฐานเหล็กญี่ปุ่น (JIS)

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- เหล็กกล้าคาร์บอนกลุ่ม 25XX หมายถึงเหล็กที่มีนิคเกิลที่เปอร์เซ็นต์
 - 2
 - 5
 - 7
 - 10
- เหล็ก AISI 1125 เป็นมาตรฐานเหล็กของประเทศใด
 - เยอรมัน
 - อังกฤษ
 - สหรัฐอเมริกา
 - ญี่ปุ่น
- สถาบันใดของประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานเหล็กที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน
 - ASTM
 - EN
 - TISI
 - SAE
- อักษร B ของสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน AISI จะบอกถึงเหล็กกล้าผ่านการผลิตด้วยวิธีการใด
 - ผลิตด้วยเตาเบสเคมีชนิดต่าง
 - ผลิตด้วยเตาไฟฟ้า
 - ผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ทชนิดต่าง ๆ
 - ผลิตด้วยเตาเบสเคมีชนิดกรด
- มาตรฐานเหล็ก AISI 1050 หมายถึงเหล็กชนิดใด
 - เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 5%
 - เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.5%
 - เหล็กกล้าโครเมียมที่มีโครเมียมผสมอยู่ 5%
 - เหล็กกล้าโครเมียมที่มีโครเมียมผสมอยู่ 0.5%

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. มาตรฐานเหล็ก AISI 5180 หมายถึงเหล็กกล้าชนิดใด
 - ก. เหล็กกล้าโครเมียมที่มีโครเมียมผสมอยู่ 0.80%
 - ข. เหล็กกล้า นิกเกิลที่มีนิกเกิลผสมอยู่ 0.80 %
 - ค. เหล็กกล้าโมลิบดีนัมที่มีโมลิบดีนัมผสมอยู่ 0.51%
 - ง. เหล็กกล้าทั้งสแตนที่มีสแตนผสมอยู่ 0.515
7. เหล็ก St 34 เป็นมาตรฐานของประเทศใด
 - ก. สหรัฐอเมริกา
 - ข. อังกฤษ
 - ค. เยอรมัน
 - ง. เบลเยียม
 - จ. ญี่ปุ่น
8. จากสัญลักษณ์ มาตรฐานเหล็ก JIS S 35 C เป็นมาตรฐานของระบบใด
 - ก. ระบบยุโรป
 - ข. ระบบของไทย
 - ค. ระบบเยอรมัน
 - ง. ระบบอเมริกา
9. เหล็ก JIS S37C-DAS หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน ผ่านการผลิตในข้อใด
 - ก. ถูกกำจัดออกซิเจน
 - ข. เหล็กที่ร้อนเป็นแผ่นบาง
 - ค. ผ่านกรรมวิธีดึงขึ้นรูปเย็น และอบอ่อนให้โครงสร้างเป็นเม็ดกลม
 - ง. คุณภาพสำหรับงานดึงขึ้นรูป
10. มาตรฐานของสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าของอเมริกา เหล็กกล้ากลุ่ม 15XX เป็นเหล็กกล้าเติมธาตุใด
 - ก. เติมนิกเกิลและฟอสฟอรัส
 - ข. เหล็กกล้าคาร์บอนเติมแมงกานีสสูงระหว่าง 0.75-1.65%
 - ค. เติมนิกเกิลมาตรฐานเหล็ก GT 20Mo3 หมายถึงเหล็กชนิดไดนาไมต์สูงระหว่าง 0.75-1.65%
 - ง. มีปริมาณนิกเกิล มีปริมาณของนิกเกิลผสมอยู่ 5%

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบกระดาดำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาดำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ค
2.	ค
3.	ค
4.	ง
5.	ข
6.	ก
7.	ก
8.	ค
9.	ง
10.	ข



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของมาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายมาตรฐานเหล็กอเมริกาได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายมาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) ได้อย่างถูกต้อง
4. อธิบายมาตรฐานเหล็กญี่ปุ่น (JIS) ได้อย่างถูกต้อง



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

1.1 มาตรฐานเหล็กของระบบอเมริกา

มาตรฐานเหล็กของระบบอเมริกา

ในปัจจุบันมีประเทศที่ผลิตเหล็กและเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ มากมาย แต่ละประเทศและแต่ละกลุ่มผู้ผลิตจะกำหนดมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจจะกำหนดตามชื่อการค้า กำหนดตามกรรมวิธีการผลิต หรือกำหนดตามการนำไปใช้งาน สถาบันที่กำหนดมาตรฐานที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น

ASIS = American Iron and Steel Institute

AISC = American Institute of Steel Construction

ASTM = American Society for Testing and Materials

SAE = Society of Automotive Engineers

BS = British Standard

DIN = Deutsche Industrial Norm

EN = European Standard

JIS = Japanese Industrial Standards

TISI = Thai Industrial Standard Institute

มาตรฐานเหล็กที่นำมาใช้งานและเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในประเทศไทย มีอยู่หลายสถาบันด้วยกัน ดังนั้นจึงต้องมีความเข้าใจมาตรฐานของแต่ละสถาบันให้ถูกต้อง

มาตรฐานของสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าของอเมริกา (ASIS) และของสมาคมวิศวกรรมยานยนต์ของอเมริกา (SAE) ได้กำเนิดมาตรฐานเหล็กเป็นอักษรย่อของสถาบันหรือสมาคมนำหน้าตามด้วยตัวอักษรและตามด้วยตัวเลข 4 หรือ 5 ตัว สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าผสมสำหรับเหล็กสเตนเลส หรือเหล็กกล้าผสมต่ำความแข็งแรงสูง บางครั้งอาจจะมีอักษรอยู่ระหว่างกลางตัวเลข ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ASIS, SAE X X X X XX

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

⑤ ตัวเลขบอกปริมาณธาตุคาร์บอนหารด้วย 100 (%)

④ ตัวอักษรบอกธาตุเติมเฉพาะ

③ ตัวเลขบอกปริมาณของธาตุผสม

② ตัวเลขบอกชนิดของเหล็กกล้าตามมาตรฐาน

① ตัวอักษรบอกกรรมวิธีการผลิตและใช้งาน

จากสัญลักษณ์ของตัวเลขและตัวอักษร สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. อักษรบอกกรรมวิธีการผลิตและการใช้งานของเหล็ก จะมีอักษรดังต่อไปนี้

A หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาเบสเซมเมอร์ (Bessemer) ชนิดต่าง

B หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาเบสเซมเมอร์ ชนิดกรด

C หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ท (Openhearth) ชนิดต่าง

D หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ท ชนิดกรด

E หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาไฟฟ้า

2. ตัวเลขบอกชนิดของเหล็ก สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

เหล็กกล้าคาร์บอน จะใช้ตัวเลข 1 เป็นสัญลักษณ์ แบ่งกลุ่มได้ดังนี้

กลุ่ม 10XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีแมงกานีสผสมไม่เกิน 1%

กลุ่ม 11XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนเติมกำมะถันสูง

กลุ่ม 12XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนเติมกำมะถันและฟอสฟอรัส

กลุ่ม 15XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนเติมแมงกานีสสูงระหว่าง 0.75 - 1.65%

เหล็กกล้าผสม จะใช้ตัวเลขที่นอกเหนือจากเหล็กกล้าคาร์บอน

3. ตัวเลขบอกปริมาณธาตุผสม ซึ่งจะเป็นตัวเลขตัวที่ 2 ตามสัญลักษณ์ เช่น

AISI 25XX หมายถึง เหล็กกล้านิเกิล มีปริมาณของนิเกิลผสมอยู่ 5%

4. ตัวอักษรบอกธาตุที่เติมเฉพาะ จะมีสัญลักษณ์ของธาตุที่ผสมรวมอยู่ในสัญลักษณ์ของเหล็ก เช่น XXXBXX หมายถึง เหล็กกล้าโบรอน เป็นต้น

5. ตัวเลขบอกปริมาณเปอร์เซ็นต์ของธาตุคาร์บอน ที่มีคาร์บอนผสมอยู่

AISI 1060 หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.6% (60/100)

AISI 51100 หมายถึง เหล็กกล้าโครเมียมที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 1% (100/100)

สำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือ ซึ่งนำไปทำเครื่องมือชนิดต่าง ๆ จะแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังตาราง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

กลุ่มของเหล็กเครื่องมือ	สัญลักษณ์
1. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือชุบน้ำหรือเหล็กกล้าเครื่องมือคาร์บอน	W, (ชนิดชุบแข็งด้วยน้ำ)
2. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือทนแรงกระแทก	S, (ชนิดทนแรงกระแทก)
3. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือใช้งานเย็น	O, (ชนิดชุบแข็งด้วยน้ำมัน) A, (ชนิดชุบแข็งด้วยอากาศ, โลหะผสมปานกลาง) D, (ชนิดคาร์บอนสูง-โครเมียมสูง)
4. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือใช้งานร้อน	H : H1 – H19, (ชนิดโครเมียม) H20 – H39, (ชนิดทั้งสแตน) H40 – H59, (ชนิดโมลิบดีนัม)
5. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง	M, (ชนิดโมลิบดีนัม) T, (ชนิดทั้งสแตน)
6. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือทำแบบหล่อ	P, (ชนิดทำแบบหล่อหรือชนิดพลาสติก)
7. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือใช้ในงานพิเศษ	L, (ชนิดโลหะผสมต่ำ) F, (ชนิดคาร์บอน-ทั้งสแตน)

มาตรฐานเหล็กของระบบเยอรมัน (DIN) ได้กำหนดมาตรฐานเป็นตัวอักษรและตัวเลขดังตัวอย่างต่อไปนี้

DIN X X X X X

⑤ ตัวอักษรบอกลักษณะของการอบชุบและการใช้งาน

④ ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์ของธาตุผสม

③ ตัวอักษรสัญลักษณ์ของธาตุผสมในเหล็ก

② ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์คาร์บอน และค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด หน่วยเป็น กก./

มม.²

① ตัวอักษรบอกชนิดเหล็ก กรรมวิธีการผลิต และคุณสมบัติพิเศษ

จากตัวอย่างสัญลักษณ์ของเหล็กตามมาตรฐาน DIN สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ตัวอักษรบอกชนิดเหล็ก กรรมวิธีการผลิต และคุณสมบัติพิเศษ ดังแสดงในตาราง

ชนิดเหล็ก	กรรมวิธีการผลิต	คุณสมบัติพิเศษ
G = งานหล่อทั่วไป	B = ผลิตจากเตาเบสเคมีเมอร์	A = ทนต่อการเชื่อมอายุ
GG หรือ Gs = เหล็กหล่อ	E = ผลิตจากเตาไฟฟ้า	G = มีปริมาณฟอสฟอรัสหรือ
GGG = เหล็กหล่อเกรดพิเศษ	F = ผลิตจากเตารีเวอร์บอาร์ก	กำมะถันสูง
GH = เหล็กหล่อเย็นตัวเร็ว	I = ผลิตจากเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า	H = ถูกกำจัดฟอสฟอรัส 50%
GS หรือ Sgs = เหล็กกล้าหล่อ	LE = ผลิตจากเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า	K = มีปริมาณฟอสฟอรัสหรือ
GT หรือ To = เหล็กหล่อ	M = ผลิตจากเตาโม่เพอร์	กำมะถันต่ำ
มัลเลเบิล	PP = ผลิตจากเตาพุทเติล	L = ทนต่อค่า
GTS = เหล็กหล่อมีเนื้อละเอียด	T = ผลิตจากเตาถ่านอาร์ก	P = เรือนได้ด้วยแรงอัด
GTW = เหล็กหล่อมีเนื้อละเอียด	แบบต่าง	Q = สามารถขึ้นรูปได้ง่าย
สีขาว	W = ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วย	R = กำจัดแก๊สออกซิเจนได้
SI = เหล็กกล้า	อากาศ	อย่างสมบูรณ์
SIC = เหล็กกล้าคาร์บอน		S = เรือนได้ด้วยวิธีการหลอม
SS = เหล็กอ่อน		ละลาย
		U = ไม่มีกากที่จัดออกซิเจน
		X = เหล็กผสมสูง
		Z = ขึ้นรูปได้
		ZY = ขึ้นรูปลึกได้
		ZZ = ขึ้นรูปลึกพิเศษได้
		f = ชุบแข็งด้วยไฟฟ้าและ
		กระแสเหนี่ยวนำ
		k = เหล็กกล้าพิเศษผสม
		ฟอสฟอรัสและกำมะถันต่ำ
		m = เหล็กกล้าพิเศษผสมกำมะถัน
		ตามที่กำหนด
		g = เหล็กกล้าใช้สำหรับรับแรง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 4	

2. ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็ก ซึ่งต้องการด้วย 100 หรือค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร ตัวอย่างเช่น

St.37 หมายถึง เหล็กกล้ามีความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 37 กก./มม.²

St.C35 หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ 0.35 % ($\frac{35}{100}$)

3. ตัวอักษรสัญลักษณ์ของธาตุที่ผสมในเหล็ก ตัวอย่างเช่น

42 CrMo หมายถึง เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.42% ($\frac{42}{100}$) ผสมธาตุโครเมียมและโมลิบดีนัม

GS-E 24 CrMo หมายถึง เหล็กกล้าผสมหล่อจากเตาไฟฟ้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.24% ผสมโครเมียมและโมลิบดีนัม

4. ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์ของธาตุผสม จะมีตัวเลข 1-3 หลัก ซึ่งจะบอกปริมาณของธาตุที่ผสมในเหล็ก ซึ่งต้องการด้วยตัวเลข 4, 10, 100 ส่วนธาตุสังกะสี, ดีบุก, แมกนีเซียม และเหล็กไม่ต้องมีตัวเลขหาร รายละเอียดดังแสดงในตาราง

ตัวหาร			
4	10	100	ไม่ต้องหาร
Co (โคบอลต์)	Al (อะลูมิเนียม)	C (คาร์บอน)	Fe (เหล็ก)
Cr (โครเมียม)	Be (เบริลเลียม)	Ce (ซีเรียม)	Mg (แมกนีเซียม)
Mn (แมงกานีส)	Pb (ตะกั่ว)	N (ไนโตรเจน)	Sn (ดีบุก)
Ni (นิกเกิล)	B (โบรอน)	P (ฟอสฟอรัส)	Zn (สังกะสี)
Si (ซิลิคอน)	Cu (ทองแดง)	S (กำมะถัน)	
W (ทังสเตน)	Mo (โมลิบดีนัม)		
	Nb (ไนโอเบียม)		
	Ta (แทนทาลัม)		
	Ti (ไทเทเนียม)		
	V (วานาเดียม)		
	Zr (เซอร์โคเนียม)		

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรมหมายถึงอะไร

2. SAE 5353 หมายถึงอะไร

3. AISI A 1025 หมายถึงอะไร

4. มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) St 65 หมายถึงอะไร

5. มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) 30 Cr Cu 7 6 หมายถึงอะไร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรมหมายถึงอะไร

มาตรฐาน หมายถึง การควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกัน ประเทศต่าง ๆ จะต้องมีหน่วยงานขึ้นมา เพื่อรับผิดชอบในการกำหนดมาตรฐานขึ้น เพื่อจะใช้หลักเกณฑ์ให้หน่วยงานหรือโรงงานต่างๆ ได้ทำการผลิต วัสดุต่าง ๆ ให้ได้มาตรฐาน โดยสามารถนำไปใช้ทดแทนกันได้

2. SAE 5353 หมายถึงอะไร

หมายถึง SAE คือ ระบบมาตรฐานเหล็กอเมริกา
 5 คือ เหล็กกล้าผสมโครเมียม
 3 คือ มีปริมาณของโครเมียมที่ผสมอยู่ในเหล็ก 3%
 53 คือ มีปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็ก = $\frac{53}{100} = 0.53\%$

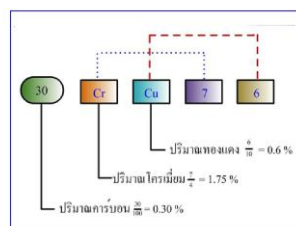
3. AISI A 1025 หมายถึงอะไร

หมายถึง AISI คือ ระบบมาตรฐานเหล็กประเทศอเมริกา
 A คือ เหล็กที่ผสมที่ผลิตจากเตา เบสเซมเมอร์(Bessemer Furnace) ชนิดต่าง
 1 คือ เหล็กกล้าคาร์บอน
 0 คือ ไม่มีธาตุอื่นผสมอยู่
 25 คือ มีปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็ก = $\frac{25}{100} = 0.25\%$

4. มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) St 65 หมายถึงอะไร

St คือ เหล็กกล้าคาร์บอน
 65 คือ สามารถทนทานแรงดึงสูงสุด 60 กก./มม.²

5. มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) 30 Cr Cu 7 6 หมายถึงอะไร



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานหลักอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานหลักอุตสาหกรรม	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงบอกตัวอักษรบอกกรรมวิธีการผลิต หรือขบวนการอบชุบ



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงบอกตัวอักษรบอกกรรมวิธีการผลิต หรือขบวนการอบชุบ

ตัวอักษร	กรรมวิธีการผลิตหรือกระบวนการอบชุบ
D	ดึงขึ้นรูปเย็น
G	การเจียระไน
T	การตัด
K	เหล็กถูกกำจัดออกซิเจน
N	การอบชุบ
Q	การชุบแข็งและการอบคืนไฟ



ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- เหล็กกล้าคาร์บอนกลุ่ม 25XX หมายถึงเหล็กที่มีนิคเกิลที่เปอร์เซ็นต์
 - 2
 - 5
 - 7
 - 10
- เหล็ก AISI 1125 เป็นมาตรฐานเหล็กของประเทศไทย
 - เยอรมัน
 - อังกฤษ
 - สหรัฐอเมริกา
 - ญี่ปุ่น
- สถาบันใดของประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานเหล็กที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน
 - ASTM
 - EN
 - TISI
 - SAE
- อักษร B ของสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน AISI จะบอกถึงเหล็กกล้าผ่านการผลิตด้วยวิธีการใด
 - ผลิตด้วยเตาเบสเคมีชนิดต่าง
 - ผลิตด้วยเตาไฟฟ้า
 - ผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ทชนิดต่าง ๆ
 - ผลิตด้วยเตาเบสเคมีชนิดกรด
- มาตรฐานเหล็ก AISI 1050 หมายถึงเหล็กชนิดใด
 - เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 5%
 - เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.5%
 - เหล็กกล้าโครเมียมที่มีโครเมียมผสมอยู่ 5%
 - เหล็กกล้าโครเมียมที่มีโครเมียมผสมอยู่ 0.5%

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 2	

6. มาตรฐานเหล็ก AISI 5180 หมายถึงเหล็กกล้าชนิดใด
 - ก. เหล็กกล้าโครเมียมที่มีโครเมียมผสมอยู่ 0.80%
 - ข. เหล็กกล้า निकเกิลที่มีนิกเกิลผสมอยู่ 0.80 %
 - ค. เหล็กกล้าโมลิบดีนัมที่มีโมลิบดีนัมผสมอยู่ 0.51%
 - ง. เหล็กกล้าทั้งสแตนที่มีสแตนผสมอยู่ 0.515
7. เหล็ก St 34 เป็นมาตรฐานของประเทศใด
 - ก. สหรัฐอเมริกา
 - ข. อังกฤษ
 - ค. เยอรมัน
 - ง. เบลเยียม
 - จ. ญี่ปุ่น
8. จากสัญลักษณ์ มาตรฐานเหล็ก JIS S 35 C เป็นมาตรฐานของระบบใด
 - ก. ระบบยุโรป
 - ข. ระบบของไทย
 - ค. ระบบเยอรมัน
 - ง. ระบบอเมริกา
9. เหล็ก JIS S37C-DAS หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน ผ่านการผลิตในข้อใด
 - ก. ถูกกำจัดออกซิเจน
 - ข. เหล็กที่ร้อนเป็นแผ่นบาง
 - ค. ผ่านกรรมวิธีดึงขึ้นรูปเย็น และอบอ่อนให้โครงสร้างเป็นเม็ดกลม
 - ง. คุณภาพสำหรับงานดึงขึ้นรูป
10. มาตรฐานของสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าของอเมริกา เหล็กกล้ากลุ่ม 15XX เป็นเหล็กกล้าเติมธาตุใด
 - ก. เต็มกำมะถันและฟอสฟอรัส
 - ข. เหล็กกล้าคาร์บอนเติมแมงกานีสสูงระหว่าง 0.75-1.65%
 - ค. เต็มแมงกานีสมาตรฐานเหล็ก GT 20Mo3 หมายถึงเหล็กชนิดไดนาไมต์สูงระหว่าง 0.75-1.65%
 - ง. มีปริมาณนิกเกิล มีปริมาณของนิกเกิลผสมอยู่ 5%

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบกระดาคำตอบ หลังเรียน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม โมดูลย่อย 1.1 : มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ค
2.	ค
3.	ค
4.	ง
5.	ข
6.	ก
7.	ข
8.	ค
9.	ง
10.	ข



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 2

เรื่อง โลหะในกลุ่มเหล็ก

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรอาชีวศึกษา (20103-2111) เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎีซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้นด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบูรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆที่ทำให้เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

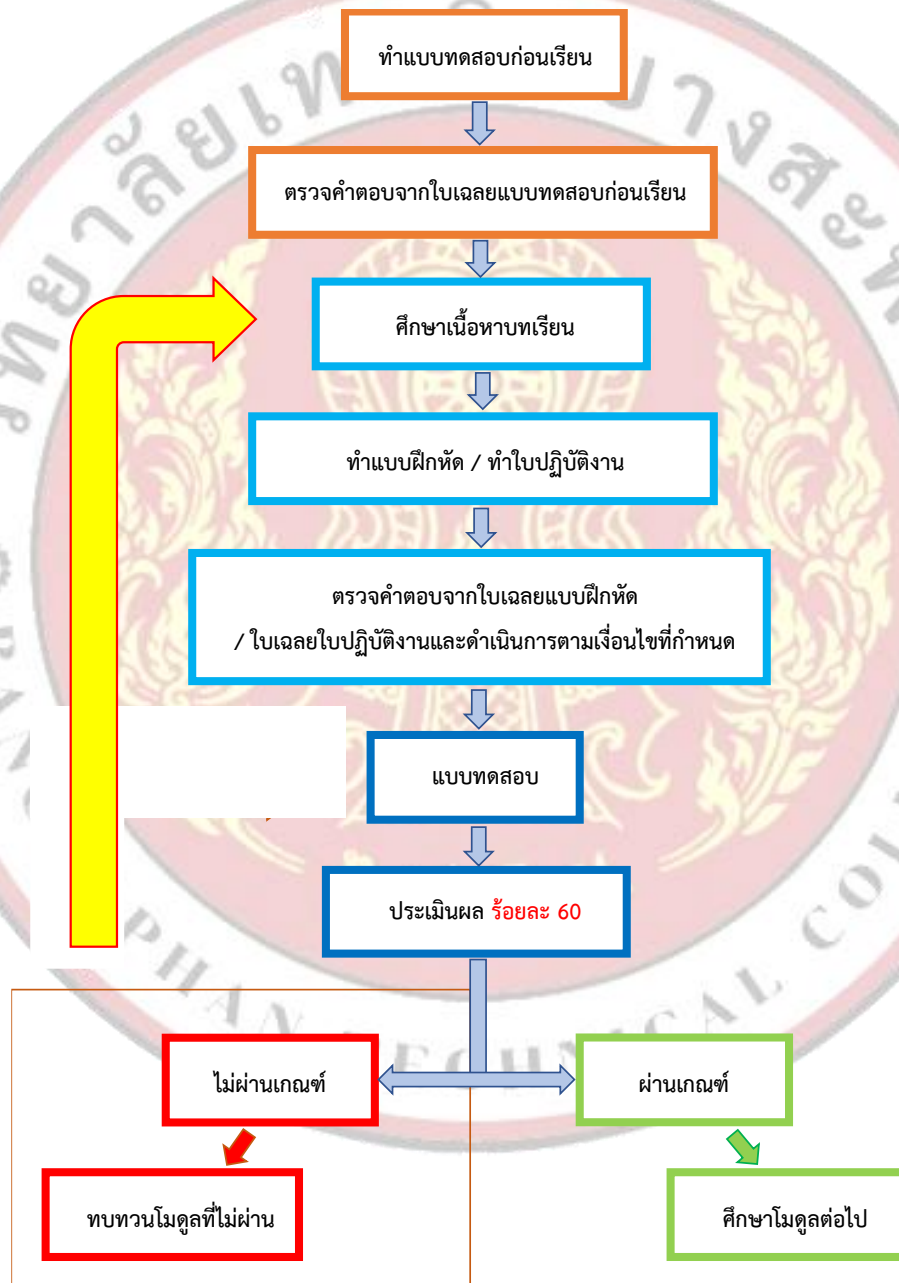
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	20
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	21
ใบปฏิบัติงาน	22
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	23
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	25
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	26
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	27
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	29
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	30

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 โลหะในกลุ่มเหล็ก เป็น วัสดุที่เป็นโลหะประเภทเหล็ก ได้แก่ เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กกล้า (Steel) เหล็กหล่อ (Cast Iron) มีคุณสมบัติที่เหมาะสม แข็งแรง ทนทาน สามารถรับแรงกระทำจากภายนอกในรูปแบบต่างๆ ได้สูง ราคาค่อนข้างถูก การศึกษาเรื่องโลหะในกลุ่มเหล็ก จะต้องเรียนรู้ธาตุสำคัญที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเหล็กควบคู่กันไปด้วย

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียน เพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

โลหะในกลุ่มเหล็ก เป็น วัสดุที่เป็นโลหะประเภทเหล็ก ได้แก่ เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กกล้า (Steel) เหล็กหล่อ (Cast Iron) มีคุณสมบัติที่เหมาะสม แข็งแรง ทนทาน สามารถรับแรงกระทำจากภายนอกในรูปแบบต่างๆ ได้สูง ราคาค่อนข้างถูก การศึกษาเรื่องโลหะในกลุ่มเหล็ก จะต้องเรียนรู้ธาตุสำคัญที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเหล็กควบคู่กันไปด้วย

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้โลหะในกลุ่มเหล็ก

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้โลหะในกลุ่มเหล็ก



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. สัญลักษณ์เหล็กตามมาตรฐาน DIN ตัวอักษร H ที่ระบุในสัญลักษณ์ หมายถึงข้อใดมีคุณสมบัติในข้อใด

- ก. ทนต่อต่าง
- ข. เชื่อมได้ด้วยแรงอัด
- ค. ไม่มีการกำจัดออกซิเจน
- ง. ดึงขึ้นรูปได้
- จ. ทนต่อการเสื่อมอายุ

2. อักษร NI คือสัญลักษณ์ของธาตุชนิดใด

- ก. โครเมียม
- ข. แมงกานีส
- ค. คาร์บอน
- ง. นิกเกิล
- จ. กำมะถัน

3. เหล็กดิบได้จากการนำวัสดุชนิดใดมาถลุง

- ก. สินแร่เหล็ก
- ข. ธาตุแมงกานีส
- ค. ธาตุคาร์บอน
- ง. ปูนขาว
- จ. กำมะถัน

4. การถลุงเหล็กจะใช้เตาชนิดใด

- ก. เตาไฟฟ้า
- ข. เตาสูง
- ค. เตาเหนียวน้ำ
- ง. เตาอบความร้อนสูง
- จ. เตาอาร์ก

5. ธาตุชนิดใดมีอิทธิพลต่อจุดหลอมเหลวของเหล็ก

- ก. ซิลิคอน
- ข. แมงกานีส
- ค. คาร์บอน
- ง. ฟอสฟอรัส
- จ. กำมะถัน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. อักษรย่อในข้อใดเป็นมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น

- ก. BS
- ข. SAE
- ค. DIN
- ง. JIS
- จ. ASTM

7. อักษรย่อในข้อใดเป็นมาตรฐานของประเทศเยอรมัน

- ก. BS
- ข. SAE
- ค. DIN
- ง. JIS
- จ. ASTM

8. Fe_3O_4 คือสัญลักษณ์ของสินแร่ชนิดใด

- ก. คิวไพรต์ (cuprite)
- ข. ไฮเดอไรต์ (Siderite)
- ค. ไพไรต์ (Pyrite)
- ง. แมกนีไทต์ (Magnetite)
- จ. เฮมาไทต์ (Hematite)

9. ประเทศผู้ผลิตเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือประเทศใด

- ก. ยูเครน
- ข. แคนาดา
- ค. บราซิล
- ง. ออสเตรเลีย
- จ. สาธารณรัฐประชาชนจีน

10. เราสามารถพบเห็นเหล็กบริสุทธิ์ได้จากที่ใด

- ก. เขาสูง
- ข. สะเก็ดของดาวตกหรือลูกอุกาบาต
- ค. ในบ่อลึกเกิน 50 เมตร
- ง. ในแม่น้ำลึก
- จ. ในป่าเก่าแก่มาก ๆ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบกระดาศำตอบ ก่อนเรียน	หน้า ที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ข
4.	ง
5.	จ
6.	จ
7.	ง
8.	ค
9.	ค
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. จำแนกโลหะในกลุ่มเหล็กได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายความหมายของเหล็กดิบ (Pig Iron) ได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายความหมายของเหล็กกล้า (Steel) ได้อย่างถูกต้อง
4. อธิบายความหมายของเหล็กหล่อ (Cast Iron) ได้อย่างถูกต้อง
5. อธิบายอิทธิพลของธาตุที่สำคัญ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของเหล็กได้อย่างถูกต้อง
6. อธิบายความหมายของโลหะขึ้นเต๋าได้อย่างถูกต้อง



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

โลหะเหล็ก

โลหะเหล็ก (Ferrous Metal) เป็นวัสดุที่มีกำลังรับแรงสูง มีความคงทนตลอดอายุการใช้งาน หากมีการบำรุงรักษาที่ดีและมีรูปทรงมาตรฐานที่แม่นยำไม่เปลี่ยนแปลงง่ายจึงถูกนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ทำเป็นเครื่องมือกลึง เครื่องมือช่าง ใช้ในงานก่อสร้างหรือใช้ในงานอุตสาหกรรม เป็นต้น จึงจัดได้ว่าโลหะเหล็กมีความสำคัญต่อมนุษย์มากเพราะนอกจากจะสร้างความเจริญให้กับโลกแล้วยังเป็นส่วนประกอบของอาวุธยุทโธปกรณ์ที่มนุษย์นำมารบราฆ่าฟันกันอีกด้วย

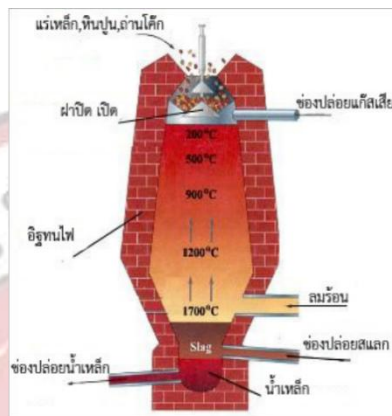


แสดงสะพานที่ทำจากเหล็ก

การผลิตเหล็ก

เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กดิบเป็นเหล็กที่ได้จากการนำสินแร่เหล็กมาทำการถลุง โดยการให้ความร้อนแก่สินแร่ภายในเตาสูง (Blast Furnace) โดยการบรรจุวัตถุดิบ คือ สินแร่เหล็ก (Iron Ore) ถ่านหิน (Coal) และหินปูน (Limestone) โดยใช้รถลากวัตถุดิบ (Skip Car) เป็นตัวช่วยดึงวัตถุดิบขึ้นไปสู่ปากเตาเพื่อบรรจุวัตถุดิบเข้าเตาแล้วจุดถ่านหินที่อยู่ภายในเตาให้ลุก ดัดไฟแล้วจึงเป่าลมให้เข้าไปในเตาเพื่อช่วยในการเผาไหม้ ความร้อนภายในเตาสูงประมาณ $1,600^{\circ}\text{C}$ - $1,900^{\circ}\text{C}$ จนกระทั่งความร้อนสามารถถลุงสินแร่เหล็กที่อยู่ในเตาจนเป็นโลหะหลอม ซึ่งจะละลายไหลแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของถ่านหิน ที่อยู่บริเวณก้นเตาโดยมีขี้ตะกรัน (Slag) ลอยอยู่บนส่วนบนของโลหะที่หลอมละลาย เจ้าหน้าที่จะเจาะเตาถลุงเพื่อให้ขี้ตะกรันที่ลอยอยู่บนน้ำเหล็กไหลออกก่อน จากนั้นจึงจะเจาะให้น้ำเหล็กไหลออกจากเตาเหล็กที่ได้จากการถลุงแร่เหล็ก ในเตาถลุงนี้เป็นเหล็กที่ยังไม่บริสุทธิ์มักเรียกว่าเหล็กดิบ เพื่อจะนำเหล็กดิบที่ถลุงได้ส่วนหนึ่งไปหล่อเป็นแท่ง โดยเครื่องจักรอัตโนมัติ เพื่อจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำเหล็กกล้าหรือเหล็กหล่อ ในภายหลังโดยนำเหล็กดิบที่ยังร้อนหลอมเหลวแล้วจะนำไปบรรจุลงในเบ้า (Ladle) แล้วนำไปผลิตเป็นเหล็กกล้าต่อไป ในการถลุงสินแร่เหล็กนี้จะทำงานต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ประมาณ 5-6 ปีจึงจะหยุดทำการซ่อมแซมเตาครั้งหนึ่ง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	



แสดงลักษณะเตาสูง

โดยปกติแล้วเหล็กดิบที่ผลิตได้จะมีธาตุต่าง ๆ ประสมอยู่โดยประมาณดังนี้

- คาร์บอน (Carbon : C) 3 - 4%
- ซิลิคอน (Silicon : Si) 1 - 3%
- แมงกานีส (Manganese : Mn) 1%
- ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) 0.1 - 1%
- กำมะถัน (Sulphur : S) 0.05 - 0.1%

เหล็กดิบจะมีความแข็งและเปราะ ดังนั้นจึงมีความแข็งแรง ความเหนียวไม่มากนัก และทนต่อแรงกระแทกได้น้อย เหล็กดิบส่วนมากจะถูกนำไปหล่อเป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ เช่น เหล็กหล่อและเหล็กกล้า เป็นต้น ชนิดของเหล็กดิบเหล็กดิบที่ผลิตได้จากเตาสูงมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและนำมาใช้ประโยชน์ต่างกัน สามารถพิจารณาได้ดังนี้

1. เหล็กดิบเบสิก (Basic Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเหล็กกล้า และรีดขึ้นรูป
2. เหล็กดิบเอซิด (Acid Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเหล็กกล้า ผลิตเหล็กอ่อน และรีดขึ้นรูป
3. เหล็กดิบฟอร์จิง (Forging Pig Iron) นำไปใช้ในการผลิตเหล็กอ่อน เหล็กประสม และ รีดขึ้นรูป
4. เหล็กดิบโรงหล่อ (Foundry Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีเทาและเหล็กหล่อประสม
5. เหล็กดิบมัลลิเอเบิลหรือเหล็กดิบเหนียว (Malleable Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีขาว เหล็กหล่อเหนียว (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิล) และเหล็กหล่อเหนียวประสม (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิลประสม) อิทธิพลของธาตุที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบ ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบจะทำให้เหล็กดิบมีคุณสมบัติดังแสดงในตาราง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

ธาตุผสม	สมบัติของธาตุ
คาร์บอน (Carbon : C)	คาร์บอนมีอิทธิพลต่อจุดหลอมเหลวของเหล็ก คือ จะทำให้จุดหลอมเหลวต่ำลงจึงทำให้เหล็กหลอมได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เหล็กแข็งขึ้นสามารถรับแรงได้ ความเหนียวและอัตราการขยายตัวลดลง สมบัติในการตีขึ้นรูปและการเชื่อมประสานลดลง
ซิลิคอน (Silicon : Si)	ซิลิคอนในเนื้อเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เกิดเป็นซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) ซึ่งมีความแข็งมาก ดังนั้นเหล็กที่มีซิลิคอนประสมอยู่มากเกินไปจะมีความเปราะ และแตกหักง่าย สมบัติในการเชื่อมประสานและปาดผิวลดลง แต่ทำให้มีความคงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
แมงกานีส (Manganese : Mn)	แมงกานีสที่ประสมอยู่ในเหล็กดีบุกจะทำให้เหล็กมีความแข็งแรงและทนต่อการสึกหรอได้ดี และจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้นอยู่ด้วย
ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P)	ฟอสฟอรัส ถ้ามีมากในสินแร่เหล็กจะทำให้การถลุงยากขึ้น และถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เปราะหักง่ายที่อุณหภูมิเย็น แต่ถ้ามีน้อยจะช่วยให้สามารถหล่อได้บาง ๆ หลอมไหลได้ง่ายสะดวกในการเทลงแบบ
กำมะถัน (Sulphur : S)	กำมะถัน ถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เหล็กเปราะหักง่าย ณ ที่อุณหภูมิสูง ๆ ทำให้การหลอมไหลยากไม่สะดวกที่จะเทลงแบบ ดังนั้นการนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูง ๆ จึงไม่ดี

ที่มา : ชัชวาล วงศ์ใหม่, 2554

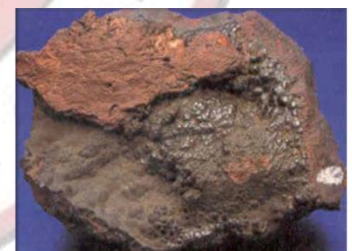
แสดงสมบัติของธาตุที่ประสมในเหล็กดีบุก

แร่เหล็ก

เหล็กเป็นธาตุโลหะที่มีประมาณ 4.5% ในเปลือกโลกโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของออกไซด์คาร์บอนเนต, ซิลิเกต และซัลไฟด์ แร่เหล็กที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กมีอยู่ 4 ชนิด คือ

สินแร่เหล็กที่นำมาใช้ในการผลิตเหล็กมีหลายชนิดที่นำมาใช้มากมีดังนี้

1. เฮมาไทต์ (Hematite : Fe_2O_3) หรือแร่เหล็กแดงมาจากภาษากรีก “Hiama” แปลว่าเลือดเพราะมีสีฝังละเอียดสีแดงเลือดหมู เฮมาไทต์เป็นแร่ที่เกิดแพร่หลายมากในหินยุคต่าง ๆ และเกิดมากมายจนเป็นแหล่งสินแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ อาจะเกิดโดยการแทนที่ในหินปูนเนื่องมาจากการแทรกดันของหินอัคนี ซึ่งพบเป็นส่วนมากทั้งขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ มีมูลค่ามหาศาล พบในแหล่งที่มีการแปรสภาพบริเวณไพศาล (Regional Metamorphism) ลักษณะ แร่เฮมาไทต์ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะแร่เฮมาไทต์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 3	

2. แมกนีไทต์ (Magnetite : Fe_3O_4) ปกติเป็นเม็ดเกาะแน่นเนื้อละเอียดหรือหยาบ สีดำแบบเหล็ก สีส้มละเอียดสีดำวาวแบบโลหะ เนื้อเปราะร่วน รอยแตกไม่เรียบ แม่เหล็กดูดติดดี มากและตัวแร่เป็นแม่เหล็กด้วย เป็นแร่เกิดอุณหภูมิสูงแทรกอยู่ทั่วไปในหินอัคนีใน หินอ่อน และในสายแร่พวกซิลไฟด์ตามชายฝั่งทะเลที่มีทรายสีดำมีแมกนีไทต์ปนอยู่ ด้วยเสมอได้พบบ่อย ๆ เหมือนกันที่เกิดร่วมกับพลอยคอร์รัมด์มีลักษณะที่รู้จักกันในชื่อ Emery ลักษณะแร่แมกนีไทต์ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะแร่แมกนีไทต์

3. ไพไรต์ (Pyrite : FeS_2) เกิดพบอยู่ทั่วไปหรือเกิดเป็นมวลเมล็ด หรือ เนื้อสमानแน่นหรือเป็นก้อนผิวเรียบเป็นมันสีทองเหลือง สีส้มละเอียดสีดำออกเขียว มีร่องขนานถี่ (striation) บนผิวหน้าผลึกชัดเจนมีเหล็ก 46.6% อาจจะมีทองแดง (Cu) โคบอลต์ (Co) นิกเกิล (Ni) อาร์เซนิก (As) และทอง (Au) ปนอยู่ด้วย เผาด้วย เปลวสีน้ำเงินจะไล่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกมาละลายในกรดดินประสิวเข้มข้นแต่ถ้า ต้มกรด จึงจะได้กำมะถันแยกออกมารูปผลึกลูกบาศก์เด่นชัดมาก แต่มักมีมุมตัดจน เกิดเหลี่ยมได้มากมายสีคล้ายโลหะทองเหลือง แข็งกว่าไพไรต์ และคาลโคไพไรต์ มีสีเหลืองอ่อนชัดกว่า ต่างกับทองคำตรงที่ไพไรต์เปราะร่วนและแข็งกว่า ตรวจสอบดูสี ผงละเอียดสีดำออกเขียวดูความแข็ง และทดลองละลายในกรดดินประสิวลักษณะแร่ไพไรต์ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะแร่ไพไรต์

4. ซิเดอไรต์ (Siderite : FeCO_3) มาจากภาษากรีก “Sideros” แปลว่า “Iron” หรือเหล็ก เพราะมีส่วนประกอบเป็นเหล็ก สนิ แร่สปาทิกเป็นชื่อสามัญ ส่วนชาติไบท์นักวิชาแร่เรียกกันเพื่อเป็นเกียรติแก่ นาย ชาติเบส ซึ่งอาศัยอยู่ที่ทะเลดำ และเป็นคนงาน รูปผลึกเป็นแบบสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนแบน แต่พื้นหน้าผลึก มักจะโค้งไม่แบนเรียบอาจพบแบบเป็นมวลเมล็ดเนื้อแน่นหรือเป็นก้อนกลมหรือเป็นแผ่นเล็ก ๆ เกาะกันแน่น เป็นเม็ดเล็ก ๆ โดด ๆ ปนอยู่ในลานแร่ดีบุกแบบคล้ายพวงอุ้งนึ่ง เนื้อ ร่วน เปราะ มีเนื้อโปร่งใส ถึงโปร่งแสงความวาวคล้ายแก้ว สีน้ำตาล อ่อนถึงน้ำตาลเข้มอาจมีสีเทา เขียว และอาจไม่มีสีผลึกแผ่นแบน สังกะตูดหน้าผลึกจะโค้งและดูลักษณะรอยแตก และสีมีความแข็ง ความถ่วงจำเพาะสูงกว่าแร่คาร์บอนอื่น ๆ ละลายในกรดไฮโดร คลอริกเย็นได้ช้ามากจะละลายได้เร็ว และมีฟองถ้าทำให้ร้อนจะมี สมบัติแม่เหล็กอย่างแรง เกิดร่วมกับแร่เงิน ไพไรต์ คาลโคไพไรต์ และกาสิโนในสายแร่เกิดจากสารละลายที่มีเหล็กเข้าไปแทนที่ใน หินปูน ถ้าเกิดแทนที่ได้มากอาจเป็นแหล่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ พบเกิดเป็นเพื่อนแร่ในบริเวณแหล่งแร่ดีบุกที่ เกิดแบบสัมผัสหินแกรนิตกับหินปูนบางครั้งพบเกิด รวมกับเนื้อดิน เรียกชั้นแร่เหล็กปนดิน (Caly Ironstone)



แสดงลักษณะแร่ซิเดอไรต์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 3	

แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

ปัจจุบันมีการนำสินแร่มาผลิตเหล็กอยู่หลายประเทศ ซึ่งประเทศผู้ผลิตเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในโลกได้แก่

1. สาธารณรัฐประชาชนจีน เป็นผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลก มีการผลิตเหล็ก 1,500,000 ตันต่อปี แต่มีการนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศเป็นจำนวนมาก ทำให้จีนกลายเป็นผู้นำเข้าเหล็กรายใหญ่ที่สุดในโลก

2. ออสเตรเลีย ผลิตเหล็กราว 660,000 ตัน เป็นประจำทุกปีของการทำเหมืองแร่เหล็กในประเทศออสเตรเลียคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 47 ที่มีมูลค่า 33.56 พันล้านดอลลาร์ ถูกใช้ในภาครัฐของออสเตรเลีย และร้อยละ 63 ของการผลิตเหล็กในออสเตรเลียจะถูกส่งออกไปยังประเทศจีนตามด้วยญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ รัฐบาลออสเตรเลียได้ค่าลิขสิทธิ์จากการทำเหมืองหิน ในประเทศกว่า 3.9 พันล้านดอลลาร์



แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศออสเตรเลีย

3. บราซิล ถือเป็นผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่อันดับสามของโลก มันเป็นสินค้าที่มีการขนส่งที่ใหญ่ที่สุดของบราซิล เหมืองแร่เหล็กที่สำคัญคือ วิลาโนวา ของรัฐ Minas Gerais มีแร่เหล็กสำรอง 9,187,000 ตัน เป็นจตุรัสที่จัดการการผลิตเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในประเทศบราซิล ลักษณะเหมืองแร่ในประเทศบราซิล ดังแสดงในรูป

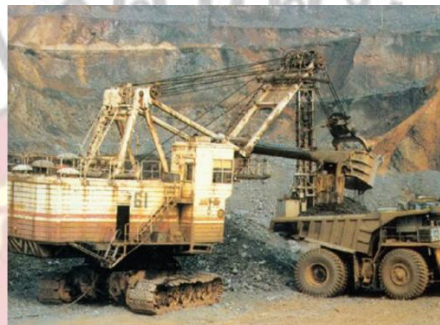


แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศบราซิล

4. แคนาดา เป็นผู้ผลิตเหล็กใหญ่เป็นอันดับ 4 ในโลก บริษัทสินแร่เหล็กของประเทศแคนาดามีหน้าที่ทำการผลิต และการประมวลผลพร้อมกับการสกัดแร่เหล็ก สถานที่ที่การสกัดที่ใหญ่ที่สุด คือ ลาบราดอร์ ระหว่างภูเขาลาบราดอร์ และควิเบกสถานที่เหล่านี้คือที่ที่ใช้ในการผลิตแร่เหล็กของประเทศแคนาดา โดยเริ่มต้นขุดเหมืองในปี 1954 ในขณะที่มันถูกค้นพบในปี 1892

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 3	

5. ยูเครน มีสำรองขนาดใหญ่ของธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นแร่แปรตั้งอยู่ในโพลีกลียูเครน อุตสาหกรรมเหล็กของยูเครนมีการสำรองแร่เหล็กประมาณ 27.4 ล้านตัน เพื่อเป็นสิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนหลักให้กับเศรษฐกิจของยูเครน ถึงจะมีแร่เหล็กมากเนื่องมาจากการทำเหมืองมานานเป็นร้อยปีแล้วทำให้เกิดหลุมลึกขนาดใหญ่ทำให้เป็นเรื่องยากในการขุดหาแร่เหล็ก



แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศยูเครน

6. อินเดีย ประเทศอินเดียมีการผลิตเหล็กกว่า 12 ล้านตันต่อปี ทรัพยากรเกรดสูงจะถูกจำกัดและส่วนใหญ่เหล็กที่มีคุณภาพดี จะอยู่ในภาค Bailadila ของ Chattisgarh อินเดียยังเป็นผู้ส่งออกเหล็กเป็นอันดับ 5 ของโลก โดยแร่เหล็กในอินเดียส่วนใหญ่จะส่งออกไปยัง ประเทศต่าง ๆ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และประเทศอื่น ๆ



แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศอินเดีย

แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

ประเทศไทยมีแหล่งแร่เหล็กหลายแห่งด้วยกัน ทั้งที่กำลังมีการผลิต และที่ที่ผลิตไปหมดแล้ว และแหล่งที่น่าสนใจที่อาจเป็นแหล่งที่มีค่าในอนาคต แหล่งแร่เหล็กที่มีหรือเคยมีการผลิต ได้แก่ ที่ห้วยวาย อำเภอดาคลี จังหวัดนครสวรรค์ ที่เขาทับควาย ที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ที่เขาชีโอน-ชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และที่อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนแหล่งแร่อื่น ๆ ที่น่าสนใจได้แก่ แหล่งภูยาง ภูเหล็ก และภูเอี้ยะ อำเภอเชียงคาน แหล่งภูอ่าง อำเภอเมือง จังหวัดเลย แหล่งอิมคริม อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี แหล่งหนองบอน อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา แหล่งแม่โถ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ แหล่งเถิน อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง แหล่งซับไม้แดง เขาเหล็ก อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ แหล่งปรกฟ้า อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี แหล่งเกาะม่วง เกาะเหล็ก อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ นอกจากนี้ ยังมีพบแร่เหล็กทั่วไปเกือบทุกจังหวัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 3	

การผลิตเหล็ก (The Production of Iron and Steel)

เหล็กเป็นแร่ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งไม่ค่อยพบในรูปของเหล็กบริสุทธิ์มากนัก ส่วนใหญ่จะพบในรูปของสารประกอบรวมตัวอยู่กับแร่ธาตุอื่น เราสามารถพบเห็นเหล็กบริสุทธิ์ได้จากสะเก็ดของดาวตกหรือลูกอุกกาบาตในเวลากลางคืน โดยปกติเหล็กบริสุทธิ์จะไม่เป็นสนิม แต่เราก็ไม่สามารถนำเหล็กบริสุทธิ์ไปใช้งานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้เพราะคุณสมบัติอ่อนเกินไปและมีคุณสมบัติทางเชิงกลแย่มาก ดังนั้นเหล็กที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงเป็นเหล็กผสมโดยจะมีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลักและจะมีส่วนผสมอื่น ๆ ที่ทำให้สมบัติของเหล็กเป็นไปตามที่ต้องการ เป็นองค์ประกอบย่อย เช่น

คาร์บอน (C) ความหนาแน่น 1.9 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว $3,540^\circ\text{C}$ เป็นอโลหะ เป็นธาตุที่ได้มาจากถ่านหิน ถ่านโค้ก คาร์บอนนี้ผสมอยู่ในเนื้อเหล็ก 2 ลักษณะ คือ ในสภาวะเหล็กคาร์ไบด์ (Fe_3C) และในสภาวะแกรไฟต์ คาร์บอนที่เจืออยู่ในเหล็กจะช่วยทำให้จุดหลอมเหลวต่ำลงหากมีมากจะทำให้เหล็กแข็งและเปราะ ซิลิคอน (Si) ความหนาแน่น 2.33 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว 1420°C เป็นอโลหะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะกลายเป็นซิลิกา ($\text{Silica}=\text{SiO}_2$) ซึ่งได้แก่ หิน ควอตซ์ หินทราย เมื่อทำปฏิกิริยากับคาร์บอนในเนื้อเหล็กจะกลายเป็นซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) ซึ่งทำให้เหล็กแข็ง ถ้ามีมากจะทำให้เปราะหักง่ายเป็นตัวทำให้เกิดการแยกตัวของแกรไฟต์ได้

แมงกานีส (Mn) ความหนาแน่น 7.47 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว $1,260^\circ\text{C}$ ทำจากหินสีน้ำตาล แมงกานีสไดออกไซด์ มีสีแดงเป็นวาว แข็ง และเปราะ ใช้เป็นสารดูดออกซิเจนออกจากน้ำ (Deoxidizer) เป็นธาตุที่หน่วงเหนี่ยวไม่ให้เกิดการแยกตัวเป็นแกรไฟต์แต่จะรวมตัวกับกำมะถันและช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกลให้กับเหล็กหล่อ ฟอสฟอรัส (P) ความหนาแน่น 1.83 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว 44°C เป็นอโลหะอยู่ในแร่หินฟอสเฟต เป็นสารที่ไม่พึงประสงค์ในเนื้อเหล็กถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เหล็กหักเปราะได้ง่ายที่อุณหภูมิเย็นและมีคุณสมบัติทางกลเลวลงแต่จะทำให้หน้าเหล็กเทลงแบบหล่อได้ง่าย

กำมะถัน (S) ความหนาแน่น 2.06 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว 113°C เป็นอโลหะก่อกวนสีเหลือง เกิดในธรรมชาติ ถ้ามีมากเกินไปในเนื้อเหล็กจะทำให้หักเปราะง่าย ใช้งานไม่ได้ที่อุณหภูมิสูง ทำให้เทหล่อลงแบบได้ยาก มีคุณสมบัติทางกลเลวลงและทำให้ชิ้นงานหล่อเกิดความเครียดและรอยร้าวได้ง่าย

เหล็กกล้า

เหล็กกล้า (Steel) เป็นเหล็กที่ผลิตได้จากการหลอมละลายเหล็กดิบสีขาว (Gray Pig Iron) ที่ได้จากเตาสูงให้บริสุทธิ์ขึ้นโดยทั่วไปเหล็กกล้าจะมีปริมาณธาตุคาร์บอน (C) ผสมอยู่ประมาณ 0.008% ถึง 2% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่นปนอยู่ในรูปของสารมลทิน (Impurities) อีกเช่น ซิลิคอน (Si) แมงกานีส (Mn) ฟอสฟอรัส (P) และกำมะถัน (S) ซึ่งสารมลทินเหล่านี้จะถูกกำจัดออกให้หมดหรือให้เหลือในปริมาณตามที่ต้องการโดยให้สารมลทินเหล่านี้รวมตัวกับ ฟลักซ์ (Flux) กลายเป็นขี้ตะกรัน (Slag) ออกมา

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 3	

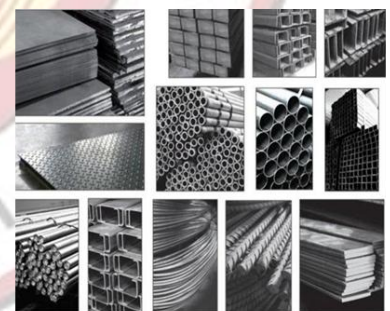
การแบ่งประเภทของเหล็กกล้า

เหล็กกล้าได้มีการคิดค้นเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในหลายรูปแบบดังนั้นจึงมีการผลิตเหล็กกล้าออกมาหลายประเภทตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน อัตราส่วนผสม และปริมาณคาร์บอนโดยน้ำหนัก พิจารณาจาก Iron-carbon Equilibrium Diagram แล้ว จะเห็นว่าเหล็กกล้า มีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.008% - 2% โดยน้ำหนัก แต่ในทางปฏิบัติแล้วเหล็กกล้าจะมีได้ไม่เกิน 1.7% ถ้ามีมากกว่านั้นจะขาดคุณสมบัติความแข็งแรงและความเหนียวไป หากยึดหลักตามอัตราส่วนปริมาณคาร์บอนและการใช้งานแล้วจะสามารถแบ่งประเภทเหล็กกล้าออกได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอนเป็นเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของคาร์บอนเป็นหลักโดยจะมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไม่เกิน 1.7% จะมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย เช่น ซิลิคอน ฟอสฟอรัส กำมะถัน ซึ่งธาตุเหล่านี้มีปริมาณน้อยมาก จะติดมากับเนื้อเหล็กตั้งแต่เริ่มการผลิตเหล็กจากสินแร่โดยกรรมวิธีการผลิตของเหล็กกล้าคาร์บอน ได้แก่ กรรมวิธี LD กรรมวิธีโม่ส กรรมวิธีเตากระทุง กรรมวิธีเบสเซเมอร์ เหล็กชนิดนี้เป็นวัสดุช่างชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติทางความแข็งแรง (Strength) และความอ่อนตัว (Ductility) ที่เปลี่ยนแปลงได้กว้างมากตามปริมาณของคาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็ก ทำให้เหมาะที่จะเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของลักษณะงานบางครั้งที่เรียกว่า “Mild Steel” นอกจากนี้ยังแยกออกตามปริมาณคาร์บอนที่อยู่ได้ 3 ชนิดคือ

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติเหนียว แต่ไม่แข็งแรงนักสามารถนำไปกลึง กัด ไส เจาะได้ง่าย นอกจากนี้ยังเป็นเหล็กที่อ่อน สามารถรีดหรือตีเป็นแผ่นได้ง่ายเหล็กชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการความเค้นแรงดึงสูงนัก นอกจากนี้เหล็กชนิดนี้ไม่สามารถนำมาชุบแข็งหรือชุบผิวแข็งได้ แต่ถ้าต้องการชุบแข็งต้องใช้วิธีเติมคาร์บอนที่ผิวก่อน เพราะมีคาร์บอนน้อย เปอร์เซ็นต์คาร์บอนไม่เกิน 0.3% กรรมวิธีการผลิตกรรมวิธีเบสเซเมอร์ การใช้งานเหล็กแผ่น หม้อน้ำ ท่อน้ำประปา เหล็กเส้นในงานก่อสร้าง เหล็กเคลือบตีบุก เช่น กระจังรถจักรยาน เหล็กอาบสังกะสี เช่น แผ่นสังกะสีมุงหลังคา ทำตัวถังรถยนต์ ถังน้ำมัน งานยำหมุด ทำสกรู ลวด สลักเกลียว ชิ้นส่วนเครื่องจักร โซ่ บานพับ ประตู



แสดงลักษณะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 3	

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เป็นเหล็กกล้าชนิดนี้มีความแข็งแรงและความเค้นแรงดึงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่จะมีความเหนียวน้อยกว่า นอกจากนี้ยังให้คุณภาพในการแปรรูปที่ดีกว่าและยังสามารถนำไปชุบผิวแข็งได้ เหมาะกับงานที่ต้องการความเค้นดึงปานกลาง ต้องการป้องกันการสึกหรอที่ผิวหน้า และต้องการความแข็งแรง แต่มีความแข็งบ้างพอสมควร เพอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.30-0.45 % กรรมวิธีการผลิตเบสเซอร์ โธมัส เตากระทุ้ง LD การใช้งานทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ทำรางรถไฟ เพลารถึงกล เฝือก หัวค้อน ก้านสูบ สปริง ชิ้นส่วนรถไถนา ไขควง ท่อเหล็ก น็อต สกรูที่ต้องแข็งแรง ลักษณะชิ้นงานที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ดังแสดงในรูป



เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon steel) เหล็กกล้าคาร์บอนสูงเป็นเหล็กกล้า ชนิดนี้เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรง ความแข็งและความเค้นแรงดึงสูงเนื่องจากมีเพอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.45–1.5% สามารถทำการชุบแข็งให้มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงได้ แต่เมื่อชุบแข็งแล้วจะเปราะเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความต้านทานต่อการสึกหรอ การใช้งาน ทำเครื่องมือต่าง ๆ เช่น ดอกสว่าน สกัด กรรไกร มีดคลิ้งใบ เลื่อยตัดเหล็ก ดอกทำเกลียว (tap) ใบมีดโกน ตะไบ แผ่นเกจ สปริงแหนบ ลูกบอลในเบรจลูกปืน ลักษณะเครื่องมือดังในรูป



2. เหล็กกล้าประสม (Alloy Steel) เหล็กกล้าประสมเป็นเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของคาร์บอนอยู่ไม่เกิน 1.7% และยังมีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่ในเนื้อเหล็กด้วย เช่น แมงกานีส นิกเกิล โครเมียม วาเนเดียม โมลิบดีนัม โคบอลต์ เป็นต้น การที่ผสมธาตุต่าง ๆ ลงไปในเหล็กนั้นก็เพื่อปรับปรุงสมบัติหลาย ๆ ประการที่เหล็กคาร์บอนให้คุณสมบัติเหล่านั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำไม่สามารถใช้งานได้ดี กรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้าประสม สามารถผลิตได้จากเตากระทุ้ง เตาไฟฟ้า และเตาอินดักชั่น จุดประสงค์ของการผสมธาตุอื่น ลงไปนั้น คือ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 3	

1. เพิ่มสมบัติในด้านคุณสมบัติของเหล็ก
2. ปรับปรุงความแข็งแรงที่อุณหภูมิปกติ
3. เพิ่มสมบัติด้านทานการสึกในขณะใช้งานจากการเสียดสี
4. เพิ่มความเหนียวทนต่อแรงกระแทก
5. เพิ่มคุณสมบัติด้านทานการกัดกร่อน

เหล็กกล้าผสมอยู่สามารถแบ่งตามปริมาณของวัสดุที่ผสมได้ 2 ประเภทคือ

- เหล็กกล้าประสมสูง (High Alloy Steel) เหล็กกล้าประสมสูงเป็นเหล็กกล้าที่มีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่รวมแล้วมากกว่า 10% เหล็กกล้าในกลุ่มนี้จะรวมถึงเหล็กเครื่องมือประสม (Alloy Tool Steel) ด้วย ซึ่งเหล็กกล้าชนิดนี้จะมีคุณสมบัติในด้านทนต่อการกัดกร่อน ทนต่อการสึกหรอได้ดีจึงถูกใช้งานในการทำเหล็กเครื่องมือต่าง ๆ (เหล็กเครื่องมือประสม (Alloy Tool Steel) หมายถึง เหล็กทำอุปกรณ์การตัดโลหะหรือการขึ้นรูปโลหะและอื่น ๆ)
- เหล็กกล้าประสมต่ำ (Low Alloy Steel) เหล็กกล้าประสมต่ำเป็นเหล็กกล้าที่มีธาตุอื่น ๆ ผสมรวมอยู่แล้วไม่เกิน 10% เหล็กชนิดนี้จะมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับเหล็กคาร์บอนธรรมดา (Plain Carbon Steel) และมีคุณสมบัติอื่นเหมือนเหล็กกล้าประสมสูง

3. เหล็กกล้าประสมพิเศษ (Special Alloy Steel) เหล็กกล้าประสมพิเศษเป็นเหล็กกล้า ประสมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เหมาะกับงานที่จะใช้เฉพาะอย่างมีหลายประเภท เช่น

เหล็กกล้าประสมทนแรงดึงสูง (High tensile strength alloy Steels) เหล็กกล้าประสมทนแรงดึงสูงเป็นเหล็กกล้าที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเหล็กกล้าประสมทั่ว ๆ ไป คือ เป็นเหล็กกล้าที่มีสมบัติทนแรงดึงได้สูงมาก และมีความเหนียวสูง นอกจากนี้วิธีการชุบแข็งยังแตกต่างไปจากเหล็กกล้าประสมทั่วไป มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนอยู่ประมาณ 0.2% โดยส่วนใหญ่ใช้กับงาน เพลาส่งกำลัง หรือ เพื่อง เป็นต้น

การแบ่งประเภทของเหล็กหล่อ

1. เหล็กหล่อสีขาว (White Cast Iron)
2. เหล็กหล่อสีเทาหรือสีดำ (Gray Cast Iron)
3. เหล็กหล่อกราไฟต์กลม (Spheroidal Graphite Cast Iron or Nodular Cast Iron)
4. เหล็กหล่อ CGI (Compacted graphite)
5. เหล็กหล่ออบเหนียว (malleable Cast Irons) หรือเหล็กหล่อเหนียว (GT)
6. เหล็กหล่อผสมหรือเหล็กหล่อพิเศษ (Alloy and Special Cast Iron) สำหรับสมบัติ และการเลือกใช้งานเหล็กหล่อชนิดต่าง ๆ สามารถเลือกใช้ได้ ดังตาราง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. จงจำแนกประเภทของโลหะในกลุ่มเหล็ก

.....

.....

.....

2. เหล็กดิบ (Pig Iron) หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

3. เหล็กกล้า (Steel) หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

4. เหล็กหล่อ (Cast Iron) หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

5. เมื่อผสมแมงกานีสลงในเนื้อเหล็กจะส่งผลอย่างไร

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงจำแนกประเภทของโลหะในกลุ่มเหล็ก

ตอบ วัสดุที่เป็นโลหะประเภทเหล็ก สามารถที่จะแบ่งแยกออกได้ดังนี้

เหล็กดิบ (Pig Iron)

เหล็กกล้า (Steel)

เหล็กหล่อ (Cast Iron)

2. เหล็กดิบ (Pig Iron) หมายถึงอะไร

ตอบ เป็นเหล็กที่ผ่านกระบวนการถลุงจากสินแร่ โดยใช้เตาสูง (Blast Furnace) เหล็กดิบที่ผลิตได้มาจะมีแต่ความแข็งเปราะ มีความเหนียวน้อย ทนต่อแรงกระแทกไม่ดี เหล็กดิบจึงต้องนำไปผ่านกระบวนการผลิตเป็นเหล็กกล้า และเหล็กหล่อต่อไป

ชนิดของเหล็กดิบ เหล็กดิบสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. เหล็กดิบสีขาว (White Pig Iron) เป็นเหล็กดิบที่มีส่วนผสมของแมงกานีสปนอยู่มาก เหล็กดิบสีขาวนิยมนำไปถลุงและผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้เป็นเหล็กกล้าที่จะนำไปใช้งานต่อไป

2. เหล็กดิบสีเทา (Gray Pig Iron) เป็นเหล็กดิบที่มีส่วนผสมของซิลิกอนปนอยู่มาก เหล็กดิบสีเทานิยมนำเอาไปถลุงเพื่อให้ได้เป็นเหล็กหล่อ

3. เหล็กกล้า (Steel) หมายถึงอะไร

ตอบ เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนเป็นส่วนผสม อยู่ระหว่าง 0.1-1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่ผสมจะมีผลต่อคุณสมบัติของเหล็กให้แตกต่างกัน เหล็กกล้านอกจากจะมีคาร์บอนผสมอยู่แล้ว ยังมีการผสมธาตุต่าง ๆ ในเนื้อเหล็กกล้าอีกด้วย เช่น นิกเกิล โครเมียม วาเนเดียม ทังสเตน โมลิบดีนัม เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กกล้าให้ดีขึ้น เหมาะสมกับการใช้งาน ในอุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง เช่น ทนต่อการเสียดสี ทนต่ออุณหภูมิได้สูง ทนต่อการกัดกร่อน มีความแข็งแรงสูงขึ้น เป็นต้น

เหล็กกล้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)

2. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)

ในท้องตลาดจะเรียกเหล็กกล้าว่า “เหล็กเหนียว” ซึ่งจะหมายถึงเหล็กที่ไม่ใช่เหล็กหล่อ ดังนั้นเหล็กอ่อน (เหล็กเกือบบริสุทธิ์) ก็เป็นเหล็กเหนียวทั้งหมดในความเข้าใจของคนในวงการเหล็กตามท้องตลาด

4. เหล็กหล่อ (Cast Iron) หมายถึงอะไร

ตอบ เหล็กหล่อ หมายถึง เหล็กที่มีคาร์บอนผสมอยู่เกินกว่า 2% จนถึง 6.67% หากมากกว่านี้จะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์แทบไม่ได้เลย เพราะจะทำให้เหล็กขาดคุณสมบัติด้านความเหนียวไป ดังนั้นในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กจะผลิตเหล็กหล่อให้มีคาร์บอนอยู่ระหว่าง 2%-4.8% นอกจากนั้นยังมีส่วนประกอบของ ซิลิคอน แมงกานีส ฟอสฟอรัสและกำมะถัน เหล็กหล่อมีจุดหลอมละลายประมาณ 1,150 – 1,125 °C เหล็กหล่อเป็นเหล็กที่รับแรงกดได้ดีกว่าแรงเฉือนและแรงดึง

5. เมื่อผสมแมงกานีสลงในเนื้อเหล็กจะส่งผลอย่างไร

ตอบ แมงกานีส (Manganese) สัญลักษณ์ทางเคมีคือ Mn เมื่อผสมแมงกานีสลงในเนื้อเหล็กแล้ว จะทำให้ทนต่อแรงกระแทก มีความเหนียวขึ้น ทนต่อการสึกหรอและทำให้จุดหลอมละลายของเหล็กลดต่ำลง



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงบอกการแบ่งประเภทของเหล็กหล่อ



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเกณฑ์การ ประเมินผลการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 25
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลยการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงบอกการแบ่งประเภทของเหล็กหล่อ

1. เหล็กหล่อสีขาว (White Cast Iron)
2. เหล็กหล่อสีเทาหรือสีดำ (Gray Cast Iron)
3. เหล็กหล่อกราไฟต์กลม (Spheroidal Graphite Cast Iron or Nodular Cast Iron)
4. เหล็กหล่อ CGI (Compacted graphite)
5. เหล็กหล่ออบเหนียว (malleable Cast Irons) หรือเหล็กหล่อเหนียว (GT)
6. เหล็กหล่อผสมหรือเหล็กหล่อพิเศษ (Alloy and Special Cast Iron) สำหรับสมบัติ และการเลือกใช้งานเหล็กหล่อชนิดต่าง ๆ สามารถเลือกใช้ได้



ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 27
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. สัญลักษณ์เหล็กตามมาตรฐาน DIN ตัวอักษร H ที่ระบุในสัญลักษณ์ หมายถึงข้อใดมีคุณสมบัติในข้อใด

- ก. ทนต่อต่าง
- ข. เชื่อมได้ด้วยแรงอัด
- ค. ไม่มีการกำจัดออกซิเจน
- ง. ดึงขึ้นรูปได้
- จ. ทนต่อการเสื่อมอายุ

2. อักษร NI คือสัญลักษณ์ของธาตุชนิดใด

- ก. โครเมียม
- ข. แมงกานีส
- ค. คาร์บอน
- ง. นิกเกิล
- จ. กำมะถัน

3. เหล็กดิบได้จากการนำวัสดุชนิดใดมาถลุง

- ก. สินแร่เหล็ก
- ข. ธาตุแมงกานีส
- ค. ธาตุคาร์บอน
- ง. ปูนขาว
- จ. กำมะถัน

4. การถลุงเหล็กจะใช้เตาชนิดใด

- ก. เตาไฟฟ้า
- ข. เตาสูง
- ค. เตาเหนียวน้ำ
- ง. เตาอบความร้อนสูง
- จ. เตาอาร์ก

5. ธาตุชนิดใดมีอิทธิพลต่อจุดหลอมเหลวของเหล็ก

- | | |
|------------|-------------|
| ก. ซิลิคอน | ข. แมงกานีส |
| ค. คาร์บอน | ง. ฟอสฟอรัส |
| | จ. กำมะถัน |

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 28
		แผ่นที่ : 2	

6. อักษรย่อในข้อใดเป็นมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น

- ก. BS
- ข. SAE
- ค. DIN
- ง. JIS
- จ. ASTM

7. อักษรย่อในข้อใดเป็นมาตรฐานของประเทศเยอรมัน

- ก. BS
- ข. SAE
- ค. DIN
- ง. JIS
- จ. ASTM

8. Fe₃O₄ คือสัญลักษณ์ของสินแร่ชนิดใด

- ก. คิวไพรต์ (cuprite)
- ข. ซิเดอไรต์ (Siderite)
- ค. ไพไรต์ (Pyrite)
- ง. แมกนีไทต์ (Magnetite)
- จ. เฮมาไทต์ (Hematite)

9. ประเทศผู้ผลิตเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือประเทศใด

- ก. ยูเครน
- ข. แคนาดา
- ค. บราซิล
- ง. ออสเตรเลีย
- จ. สาธารณรัฐประชาชนจีน

10. เราสามารถพบเห็นเหล็กบริสุทธิ์ได้จากที่ใด

- ก. เขาสูง
- ข. สะเก็ดของดาวตกหรือลูกอุกาบาต
- ค. ในบ่อลึกเกิน 50 เมตร
- ง. ในแม่น้ำลึก
- จ. ในป่าเก่าแก่มาก ๆ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบกระดาศำตอบ หลังเรียน	หน้าทึ่ 29
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.1

ชื้-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นั้กคึ้กา.....

ชื้	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำชื้สอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื้ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 2 : โลหะในกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะในกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 30
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ข
4.	ง
5.	จ
6.	จ
7.	ง
8.	ค
9.	ค
10.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 3

เรื่อง โลหะนอกกลุ่มเหล็ก

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรอาชีวศึกษา (20103-2111) เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบุรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆ ที่ทำให้อาสาประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

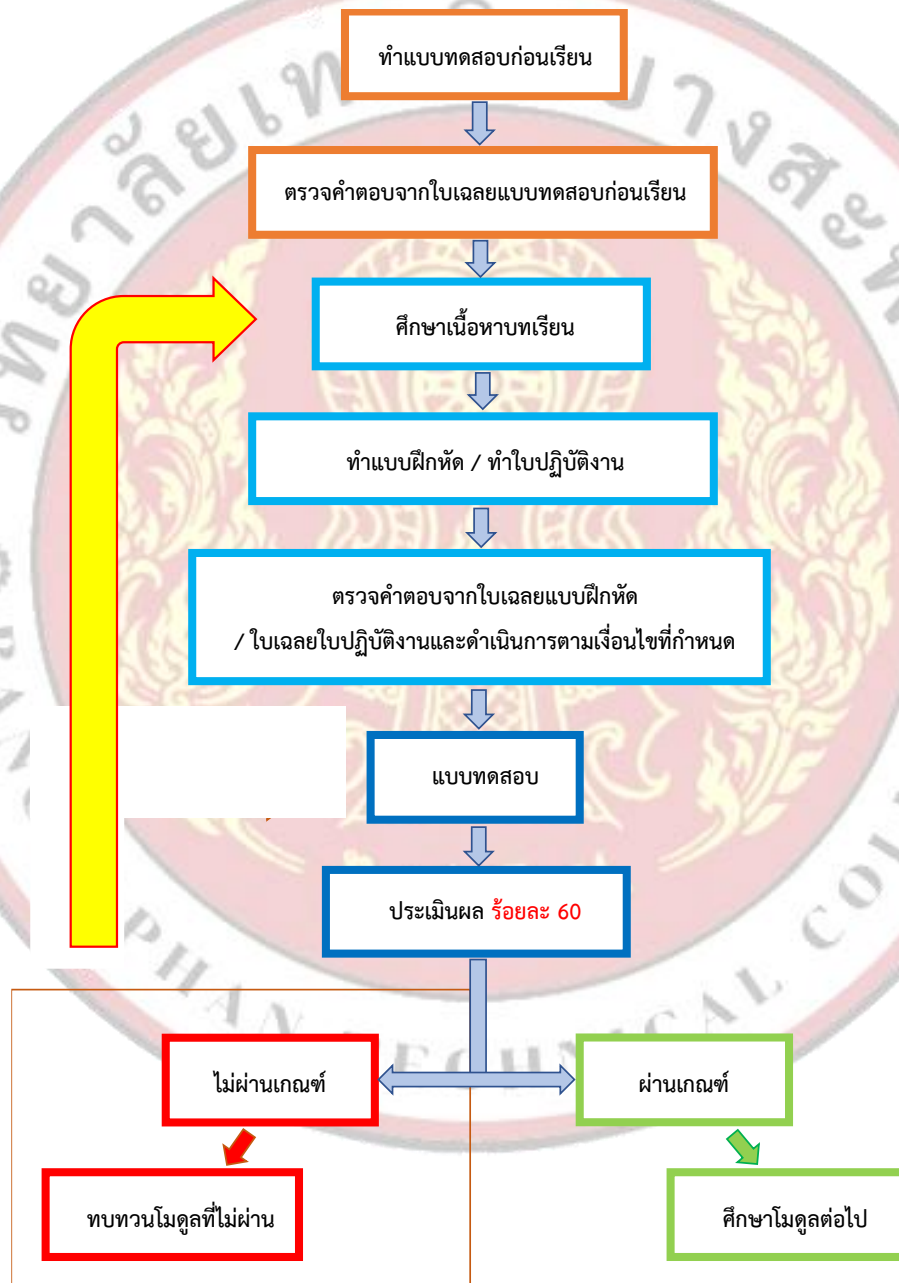
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	18
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	19
ใบปฏิบัติงาน	20
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	21
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	23
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	24
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	25
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	27
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	28

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 โลหะนอกกลุ่มเหล็ก เป็นโลหะที่ไม่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบมีคุณสมบัติบางอย่างที่ดีกว่าเหล็กเช่น ทนการกัดกร่อนได้ดี มีน้ำหนักเบา ขึ้นรูปได้ง่าย นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ โลหะหนัก (Heavy Metals) และโลหะเบา (Light Metals) โลหะหนักหรือโลหะเบา ใช้ความหนาแน่นของโลหะเป็นตัวกำหนด โลหะหนักจะมีความหนาแน่นตั้งแต่ 4 ก./ซม.3ขึ้นไป โลหะเบามีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 ก./ซม.3

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

โลหะนอกกลุ่มเหล็ก เป็นโลหะที่ไม่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบมีคุณสมบัติบางอย่างที่ดีกว่าเหล็กเช่น ทนการกัดกร่อนได้ดี มีน้ำหนักเบา ขึ้นรูปได้ง่าย นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ โลหะหนัก (Heavy Metals) และโลหะเบา (Light Metals) โลหะหนักหรือโลหะเบา ใช้ความหนาแน่นของโลหะเป็นตัวกำหนด โลหะหนักจะมีความหนาแน่นตั้งแต่ 4 ก./ซม.3ขึ้นไป โลหะเบาจะมีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 ก./ซม.3

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้โลหะนอกกลุ่มเหล็ก

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้โลหะนอกกลุ่มเหล็ก



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- เหล็กเส้นที่ใช้ในงานก่อสร้างคือเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดใด
 - เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
 - เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
 - เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
 - เหล็กกล้าประสมสูง
 - เหล็กกล้าประสมพิเศษ
- ถ้าพิจารณาจาก Iron-carbon Equilibrium Diagram แล้วจะเห็นว่าเหล็กหล่อมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์

ก. 2 % - 3.50 เปอร์เซ็นต์	ข. 1 % - 4.67 เปอร์เซ็นต์
ค. 2 % - 5.67 เปอร์เซ็นต์	ง. 2 % - 6.67 เปอร์เซ็นต์
จ. 3 % - 5.50 เปอร์เซ็นต์	
- เหล็กเมื่อทำปฏิกิริยาออกซิเจนจะมีผลอย่างไร

ก. ผิวแข็งขึ้น	ข. เกิดเป็นสนิม
ค. ผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเทาเข้ม	ง. อ่อนลง
จ. เหนียวมากขึ้น	
- ดอกสว่าน สกัด กรรไกร ทำจากเหล็กชนิดใด
 - เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
 - เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
 - เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
 - เหล็กกล้าประสมสูง
 - เหล็กกล้าประสมพิเศษ
- เหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนรวมอยู่มากจะมีผลตามข้อใด
 - ขาดสมบัติ ความความเหนียว (Ductility) จะเปราะและแตกหักง่ายเมื่อถูกแรงกระแทกปกติ
 - จะอ่อนมากขึ้นและทนต่อการแตกหักเมื่อถูกแรงกระแทกปกติ
 - มีความเหนียวมากขึ้น ขึ้นรูปได้ง่าย
 - ใช้ในงานที่รอบสูง ๆ ได้ดีมาก
 - ทนต่อการเสียดสีได้ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. โลหะในข้อใดไม่จัดเป็นโลหะหนัก (Heavy Metal)

- ก. ทองแดง
- ข. ตะกั่ว
- ค. สังกะสี
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. ดีบุก

7. สายไฟฟ้าแรงสูงนิยมใช้โลหะชนิดใดในการทำ

- ก. ดีบุก
- ข. เงิน
- ค. ทองแดง
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. แมกนีเซียม

8. ทองแดง + สังกะสี เป็นโลหะผสมในข้อใด

- ก. นิกโครม
- ข. ทองเหลือง
- ค. ตะกั่ว
- ง. ดีบุก
- จ. นวโลหะ

9. ลวดเหล็ก สังกะสีมุงหลังคา นิยมใช้โลหะชนิดใดเคลือบ

- ก. สังกะสี
- ข. เงิน
- ค. ทองแดง
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. แมกนีเซียม

10. ขณะที่เกิดการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมและชิ้นงานจะมีอุณหภูมิประมาณ

- ก. 1,500 °C
- ข. 1,550 °C
- ค. 1,600 °C
- ง. 1,649 °C

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบกระดาศำตอบ ก่อนเรียน	หน้า ที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ข
4.	ง
5.	จ
6.	จ
7.	ง
8.	ค
9.	ค
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของโลหะนอกกลุ่มเหล็กได้อย่างถูกต้อง
2. จำแนกประเภทของโลหะนอกกลุ่มเหล็กได้อย่างถูกต้อง



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

โลหะหนัก

โลหะหนัก (Heavy Metal) ที่เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กก./ดม.3 โลหะหนักที่ใช้งานกันมากและรู้จักทั่วไป เช่น ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ดีบุก เป็นต้น

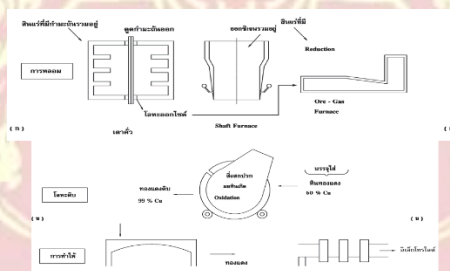
ทองแดง (Copper : Cu)

- ความหนาแน่น 8.93 กก./ดม.3
- จุดหลอมเหลวประมาณ $1,085^{\circ}\text{C}$ (ทองแดงยิ่งบริสุทธิ์มากจะหลอมเหลวยาก เพราะถ่ายเทความร้อนได้ดี)
- ความเค้นแรงดึงสูงสุด 20-36 กก./มม.2 (ถ้าเป็นเส้นเล็ก ๆ อาจจะมีค่าความเค้นแรงดึงสูงสุด 60 กก./มม.2)

สินแร่ทองแดงเกิดขึ้นในธรรมชาติที่สำคัญ คือ สินแร่ทองแดงไฟไรต์ ซึ่งเกิดปนอยู่กับเหล็ก สินแร่ทองแดงออกไซด์ สินแร่ทองแดงดำ และสินแร่ทองแดงคาร์บอเนต กระบวนการถลุงทองแดงมี 2 วิธี คือ

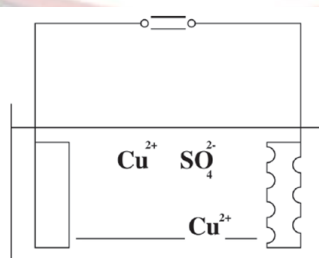
1. กรรมวิธีแห้ง

กรรมวิธีนี้ทองแดงจะถูกถลุงเพื่อทำการแยกกำมะถันออกจากสินแร่ และก้อนทองแดง โดยการคั่วให้แร่ทำ ปฏิกิริยากับออกซิเจน จะได้ทองแดงออกไซด์จากเตาพ่นลม เมื่อเผาหลาย ๆ ครั้งจะได้ทองแดงที่บริสุทธิ์ ลักษณะการผลิตดังแสดงในรูป



2. กรรมวิธีเปียก

วิธีนี้ต้องนำ แร่ทองแดงมาเข้ากับกรดกำมะถันหรือกรดเกลือ เพื่อสกัดทองแดงออกจากเนื้อแร่ ทองแดงจะเข้าไปละลายอยู่ในกรด และนำน้ำกรดที่ได้ไปแยกด้วยไฟฟ้า ทองแดงจะไปเคลือบอยู่ที่แผ่นขั้วลบ วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้กับแร่ทองแดงที่มีปริมาณเนื้อแร่ต่ำ



แสดงวิธีผลิตทองแดงด้วยวิธีเปียก (Electrolytic)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

จากรูป เมื่อปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไป สิ่งสกปรกในทองแดงหรือสิ่งเจือปนอื่นจะตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ส่วนทองแดงบริสุทธิ์จะลอยไปจับตัวที่ขั้วลบ ทำให้ได้ทองแดงบริสุทธิ์ 99.9% และจะนำมาหลอมเป็นแท่ง เพื่อผลิตเป็นทองแดงรูปพรรณต่าง ๆ

การแบ่งชนิดของทองแดง

โลหะทองแดงในทางการค้า แบ่งออกได้หลายเกรด ดังนี้

1. ทองแดงทฟฟิช เป็นทองแดงที่มีปริมาณออกซิเจนผสมอยู่ประมาณ 0.02-0.05% โดยน้ำหนัก ซึ่งออกซิเจนที่เหลืออยู่เกิดจากการตกค้างขณะหล่อ โดยผสมกับทองแดงเป็น Cu_2O เป็นส่วนมาก
2. ทองแดงปราศจากออกซิเจน เป็นทองแดงที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.95% และจะไม่มีออกซิเจนผสมอยู่เลย มีความเหนียว สามารถยืดตัวได้ดี สามารถดึงขึ้นรูปได้ดี และมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าสูง
3. ทองแดงออกซิไดซ์ฟอสฟอรัสต่ำ เป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.92% และมีฟอสฟอรัสประมาณ 0.009% ซึ่งฟอสฟอรัสที่มีอยู่นี้เกิดจากการเติมขณะที่หลอมละลายทองแดงเพื่อช่วยในการลดออกซิเจน ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ทองแดงชนิดนี้มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย
4. ทองแดงดียวออกซิไดซ์ฟอสฟอรัสสูง เป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.95% และมีฟอสฟอรัสผสมอยู่ประมาณ 0.02% ดังนั้นจึงทำให้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าลดลงมาก ไม่เหมาะกับการใช้เป็นตัวนำไฟฟ้านิยมนำไปใช้ทำท่อต่าง ๆ
5. ทองแดงเจือเงิน เป็นทองแดงบริสุทธิ์ประมาณ 99.9% และมีเงินผสมอยู่ประมาณ 0.03% การผสมเงินลงไปด้วยนั้น เพื่อทำให้ช่วยเพิ่มอุณหภูมิในการเกิดผลึกใหม่ของทองแดง ซึ่งจะทำให้ทองแดงแข็งขึ้น และป้องกันการอ่อนตัวขณะทำการบัดกรี และจะไม่ทำให้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าของทองแดงลดลง
6. ทองแดงอาร์เซนิล เป็นทองแดงที่ผสมสารหนูลงไปประมาณ 0.25-0.50% เพื่อช่วยให้คุณสมบัติในการต้านทานแรงดึง ต้านทานต่อการกัดกร่อน และเพิ่มอุณหภูมิการเกิดผลึกใหม่ ทำให้ง่ายต่อการขึ้นรูป แต่จะทำให้คุณสมบัติด้านการนำไฟฟ้าลดลงมาก
7. ทองแดงผสมเทลลูเรียมหรือซีลีเนียม โดยผสมลงไปประมาณ 0.5% เพื่อที่จะช่วยให้ง่ายต่อการตกแต่งด้วยเครื่องจักรกล

ทองเหลือง (Brass : Ms)

เป็นโลหะผสมของทองแดง และมีสังกะสีผสมเป็นธาตุหลัก สังกะสีที่ผสมลงไปจะมีผลทำให้ทองเหลืองมีคุณสมบัติต้านทานแรงดึงและความเหนียวสูงขึ้น สีของทองเหลืองจะเปลี่ยนไปตามปริมาณส่วนผสมของสังกะสี ถ้าผสมน้อยทองเหลืองจะเป็นสีแดงชมพู ถ้าผสมมากจะมีสีเหลือง ทองเหลืองจะมีส่วนผสมของทองแดงและสังกะสีหลายอัตราส่วน ซึ่งแต่ละชนิดจะใช้งานและมีคุณสมบัติต่างกัน ที่ใช้กันมากได้แก่ส่วนผสมดังนี้

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

70 : 30 ทองเหลืองชนิดนี้จะมีสังกะสีผสมอยู่ประมาณ 30% โดยน้ำหนัก เป็นทองเหลืองที่มีความเหนียวและความแข็งแรงสูง นิยมใช้ทำปลอกกระสุน และยังอาจนำไปผลิตเป็นแผ่นโดยการรีดเย็น และเหมาะที่จะนำไปแปรรูปโดยกรรมวิธีการทำงานเย็น

60 : 40 ทองเหลืองชนิดนี้จะมีสังกะสีผสมอยู่ประมาณ 40% โดยน้ำหนัก เหมาะสำหรับงานหล่อหรือการนำไปแปรรูปโดยกรรมวิธีการทำงานร้อน

คุณสมบัติของทองเหลืองโดยทั่วไป จะมีความต้านทานและทนต่อการกัดกร่อนได้ไม่ดีเมื่อมีปริมาณของสังกะสีเพิ่มขึ้น ทองเหลืองเมื่อสัมผัสกับน้ำเกลือจะถูกกัดกร่อนได้เร็วมาก ดังนั้นจึงนิยมผสมธาตุอื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ธาตุที่ผสมเข้าไปในทองเหลือง เช่น นิกเกิล ตะกั่ว อะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส เป็นต้น ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมในทองเหลืองจะมีผลดังแสดงในตาราง

ธาตุผสม	ผลที่เกิดขึ้น
ตะกั่ว	อาจมีอยู่ในทองเหลืองได้ เนื่องจากติดเข้ากับสังกะสี ซึ่งจะมีไม่เกิน 0.5% ถ้ามีมากกว่า 0.5% จะเรียกว่าทองเหลืองที่มีตะกั่ว ตะกั่วจะมีคุณสมบัติช่วยให้การไหลตัวของโลหะดี และยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ง่ายขึ้น แต่จะทำความต้านทานแรงดึงและความเหนียวลดลง ทองเหลืองที่จะนำมาใช้ขึ้นรูป มักจะมีตะกั่วผสมอยู่น้อยกว่าในทองเหลืองหล่อ
ดีบุก	ผสมอยู่ในทองเหลืองได้เล็กน้อย โดยปกติจะไม่เกิน 6% ถ้ามากกว่านี้จะอยู่ในประเภทบรอนซ์แทน ดีบุกจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติต้านทานต่อแรงดึง และมีคุณสมบัติความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีขึ้น เหมาะสำหรับทำชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ต้องสัมผัสกับน้ำทะเล
นิกเกิล	เป็นธาตุที่ช่วยให้ทองเหลืองมีความแข็งแรงและทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ถ้าเพิ่มนิกเกิลจำนวนมาก และพอเหมาะกับปริมาณของสังกะสี จะทำให้เปลี่ยนเป็นสีขาวคล้ายกับเงิน ซึ่งเรียกว่า นิกเกิลเงิน
อะลูมิเนียม	ทำให้ทองเหลืองมีความต้านทานต่อแรงดึงได้สูงขึ้น และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และขณะหลอมเหลวจะช่วยลดการสูญเสียสังกะสี โดยเกิดเป็นฟิล์มของอะลูมิเนียมออกไซด์ คลุมบนผิวโลหะที่หลอมเหลวได้
เหล็กและแมงกานีส	จะผสมในทองเหลืองชนิดที่เรียกว่า ทองเหลืองต้านทานแรงดึงสูง (High Tensile Brass) ซึ่งจะช่วยให้ทองเหลืองมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น

แสดงผลของธาตุที่ผสมในทองเหลือง

บรอนซ์ดีบุก (Tin Bronze)

เป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับดีบุก ซึ่งจะมีดีบุกผสมกว่า 6% โลหะชนิดนี้จะมี ความแข็งแรงและมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่าทองเหลืองมาก แต่ความเหนียวจะน้อยกว่าทองเหลืองบรอนซ์ดีบุกนิยมนำมาใช้ทำแบริ่ง ซึ่งดีบุกที่ผสมลงไปนั้นจะช่วยลดความเสียหายที่ผิวหน้าของโลหะได้ดีมาก นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มธาตุชนิดอื่นลงไปได้เพื่อเพิ่มคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การเติมสังกะสีและตะกั่ว เป็นต้น

สังกะสีที่เติมลงในบรอนซ์นั้น โดยปกติจะมีปริมาณไม่มากนัก ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวลดออกซิเจน และยังช่วยให้โลหะไหลตัวดีในขณะหล่อ นอกจากนี้การเพิ่มสังกะสีลงไปจะทำให้บรอนซ์ดีบุกมีราคาถูกกว่าเดิม เพราะจะช่วยลดปริมาณส่วนผสมของดีบุกลงไปได้บ้าง

ส่วนตะกั่วที่เติมลงไปนั้นจะช่วยทำหน้าที่เพิ่มคุณสมบัติให้กับบรอนซ์ ทำให้สามารถนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ง่าย แต่จะทำให้ความเหนียวของบรอนซ์ลดลง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผนที่ : 3	

นอกจากทองเหลืองและบรอนซ์ดีบุกจะเป็นโลหะผสมของทองแดงแล้ว โลหะผสมที่มีทองแดงเป็นธาตุหลักยังมีอีกหลายชนิดด้วยกัน เช่น ฟอสเฟอร์บรอนซ์ โดยการผสมฟอสฟอรัสเติมลงในบรอนซ์ดีบุก หรือ บรอนซ์อะลูมิเนียม จะเป็นโลหะผสมทองแดงและอะลูมิเนียม เป็นต้น

นิเกิล (Nickel : Ni)

นิเกิลเป็นโลหะที่มีลักษณะเป็นสีเขียวยาวแถบเหลือง เป็นโลหะหนักที่มีราคาแพง 60% ของนิเกิลจะใช้ในการผลิตเหล็กสแตนเลส และเหล็กกล้าผสมนิเกิล นอกจากนี้แล้วยังใช้เคลือบผิวโลหะชนิดอื่นด้วย เพราะจะมีคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อน และยังทำให้ผิวสวยงามด้วย

คุณสมบัติของนิเกิล

1. มีอุณหภูมิในการหลอมละลายสูงใกล้เคียงกับเหล็ก
2. มีความเหนียวและทนต่อการกระแทกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ
3. มีความแข็งแรงที่อุณหภูมิใช้งานสูง ๆ
4. ใช้สำหรับเคลือบผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันการกัดกร่อน
5. มีคุณสมบัติทางกลสูงคล้ายกับเหล็กกล้า
6. มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนทั้งกรดและด่างได้ดี
7. เป็นตัวนำไฟฟ้าพอใช้ได้ แต่ไม่ดีเท่ากับทองแดง
8. ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการเป็นสารแม่เหล็ก

ชนิดของนิเกิล

นิเกิลในทางการค้าจะเป็นโลหะที่มีนิเกิลไม่น้อยกว่า 93% โดยน้ำหนัก ซึ่งแบ่งเป็นชั้นคุณภาพต่าง ๆ ตามปริมาณส่วนผสมของนิเกิลและธาตุที่ผสมในโลหะ ซึ่งมีชนิดต่าง ๆ ดังนี้

A นิเกิล (A Nickel)

เป็นนิเกิลบริสุทธิ์ทางการค้า ที่มีส่วนผสมของนิเกิลรวมกับโคบอลต์ ไม่น้อยกว่า 99% โดยน้ำหนัก แต่สำหรับ A นิเกิลหล่อจะผสมซิลิคอน 2% เพื่อช่วยเพิ่มคุณสมบัติการไหลตัวของน้ำโลหะหล่อ นิเกิลชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อนที่ดีด้วย สำหรับโลหะ A นิเกิล นิยมนำไปใช้ทำขดลวดความร้อน

D นิเกิล และ E นิเกิล (D Nickel และ E Nickel)

D นิเกิลจะมีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ประมาณ 4.5% ส่วน E นิเกิลจะมีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ประมาณ 2% โดยน้ำหนัก แมงกานีสจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนภายใต้บรรยากาศของกำมะถันที่อุณหภูมิสูงได้ นิเกิลชนิดนี้เหมาะสำหรับนำไปทำหัวเทียนรถยนต์ สำหรับนิเกิลทั่ว ๆ ไปไม่ควรใช้งานในบรรยากาศที่มีกำมะถันสูง เพราะจะทำให้ละลายและแตกตัวเมื่อร้อน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 3	

เพอร์มานิกเกิล (Permanickel)

เป็นนิกเกิลที่ผสมแมกนีเซียมและไทเทเนียมลงไป ซึ่งจะทำให้มีความแข็งแรงสูง มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี และสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านความแข็งโดยวิธีทางความร้อนได้ และยังมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีพอสมควร เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงสูงมาก เช่น เพลลา ก้านสูบปรับและไดอะแฟรม เป็นต้น

ดิวรานิกเกิล (Duranickel)

เป็นนิกเกิลที่มีธาตุอะลูมิเนียมผสมอยู่ประมาณ 4.5% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังผสมธาตุอื่นที่สำคัญได้แก่ ไทเทเนียมและซิลิคอน ซึ่งธาตุดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้สูงขึ้น และยังสามารถปรับปรุงความแข็งได้โดยวิธีทางความร้อน โลหะชนิดนี้จะมีคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนและมีความแข็งแรงสูง แต่คุณสมบัติของการเป็นแม่เหล็กและการนำไฟฟ้าไม่ดีนัก การใช้งานโดยทั่วไปจะเหมือนกับเพอร์มานิกเกิล

โมนีล (Monel)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับทองแดง ซึ่งจะมีส่วนผสมของนิกเกิลต่อทองแดงประมาณ 2 : 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งทองแดงที่ผสมเข้าไปนี้จะทำให้ราคาตกลง ขึ้นรูปง่าย และมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของกรดต่างและเกลือได้ดี และยังมีคุณสมบัติทางกลสูงกว่าทองเหลืองและบรอนซ์

อินโคเนล (Inconel)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิล - โครเมียม - เหล็ก (76 : 16 : 8) มีคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพคล้ายกับโมนีลมาก แต่ราคาจะสูงกว่า โลหะชนิดนี้จะมีคุณสมบัติแข็งแรงสูง ต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีทนต่อการแตกหักเมื่อได้รับแรงกระแทก และไม่เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง จึงนิยมนำไปใช้ทำอุปกรณ์สำหรับทำอาหาร เครื่องอบ เครื่องพลาสติกเจือโรซ์ และถังเก็บน้ำมัน และยังใช้กับงานที่ได้รับความร้อนสลับความเย็นสลับไปมาได้ จึงนำไปทำอุปกรณ์ในเตาอบชุบโลหะ

แฮสเทลลอย (Hastelloy)

เป็นโลหะผสมนิกเกิลที่นิยมใช้งานที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีหลายชนิด ได้แก่

- แฮสเทลลอย A (นิกเกิล 57%, โมลิบดีนัม 20% และเหล็ก 20%) และแฮสเทลลอย B (นิกเกิล 62%, โมลิบดีนัม 28%, เหล็ก 5% และคาร์บอน 1%) โลหะชนิดนี้เมื่อผ่านการทำงานแบบเย็นแล้ว จะทำให้มีความแข็งแรงและมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และยังมีคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก จึงนิยมใช้ทำอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมเคมี

- แฮสเทลลอย C (นิกเกิล 54%, โมลิบดีนัม 17%, โครเมียม 15%, เหล็ก 5%, และทังสเตน 4%) เหมาะสำหรับใช้กับบรรยากาศที่มีการทำปฏิกิริยาและอุณหภูมิสูงประมาณ 1,200°C จึงเหมาะสำหรับใช้ในการทำชิ้นส่วนของเตาทางอุตสาหกรรม และชิ้นส่วนของเครื่องบินที่ต้องใช้งานกับอุณหภูมิสูง ๆ เช่น ท่อทางของเครื่องยนต์ ใบพัดเทอร์โบ เป็นต้น

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 3	

- แอสเทลอย D (นิกเกิล 85%, ซิลิคอน 10%, ทองแดง 3%, แมงกานีส 1% และอะลูมิเนียม 1%) ซิลิคอนจะทำให้การไหลตัวของน้ำโลหะดี แต่จะตกแต่งด้วยเครื่องจักรกลค่อนข้างยากและผิวสุดท้ายจะต้องนำไปเจียรระโน โลหะชนิดนี้มีคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี นิยมใช้ทำท่อและข้อต่อต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเคมี

อิลเลียม (Illum)

เป็นโลหะผสมประกอบด้วยธาตุนิเกิล-โครเมียม-โมลิบดีนัม และทองแดง โลหะชนิดนี้มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของกรดดินประสิว และกรดกำมะถันเข้มข้นได้ดีมาก

นิโครม (Nichrome)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิเกิลกับโครเมียม โลหะชนิดนี้มีความต้านทานไฟฟ้าสูงมาก และรักษาความแข็งแรงไว้ได้ แม้ว่าจะใช้งานที่อุณหภูมิสูงก็ตาม นิยมใช้ทำเป็นลวดความต้านทาน

สังกะสี (Zinc : Zn)

เป็นโลหะที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นิยมมากในการทำชิ้นส่วนเครื่องใช้สอย และเครื่องตกแต่งต่าง ๆ ที่ทำด้วยโลหะ คุณสมบัติของสังกะสีมีหลายประการ เช่น มีอุณหภูมิการหลอมละลายต่ำ ง่ายต่อการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักร มีความต้านทานต่อการเกิดสนิม มีความแข็งแรงสูงพอใช้ สามารถนำไปเคลือบผิวโลหะชนิดอื่นเพื่อให้สวยงาม มีความคงทน และราคาไม่แพงนัก

การแบ่งชนิดของสังกะสี โดยทั่วไปจะแบ่งตามความบริสุทธิ์ และคุณภาพของสังกะสีที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมีดังนี้

1. สังกะสีขึ้นรูป จะเป็นสังกะสีที่ขึ้นรูปให้มีลักษณะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานส่วนใหญ่สังกะสีชนิดนี้ค่อนข้างบริสุทธิ์ ซึ่งอาจมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย แต่เป็นส่วนน้อย

ตะกั่วและแคดเมียม เป็นธาตุที่ช่วยให้สังกะสีเกิดการกัดกร่อนอย่างสม่ำเสมอทั่วถึงกันนอกจากนี้แล้วแคดเมียมจะทำให้สังกะสีมีความแข็งแรงกว่าการผสมตะกั่วเข้าไปเพียงอย่างเดียว

ทองแดง ผสมได้ระหว่าง 0.85 - 1.25% เพื่อช่วยให้สังกะสีมีความแข็งแรงดีขึ้นนอกจากนี้ยังอาจเติมแมกนีเซียมลงไปเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และเติมไทเทเนียม เพื่อช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดการครีป* (Creep)

การใช้งานของสังกะสีขึ้นรูป โดยทั่วไปนิยมใช้ทำสังกะสีลอน สังกะสีแผ่น รางน้ำแผ่นป้ายชื่อ เป็นต้น

2. สังกะสีหล่อ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน มีลักษณะเป็นรูปพรรณต่าง ๆ หรือผ่านการหล่อ สำหรับสังกะสีหล่อมักจะผสมธาตุที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ

ทองแดง จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับสังกะสี และเมื่อรวมเข้ากับอะลูมิเนียมจะทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ทองแดงที่ผสมไม่ควรเกิน 3.5% เพราะถ้ามีมากกว่านั้น จะทำให้สังกะสีมีการไหลตัวไม่ดีขณะทำการหล่อ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 3	

อะลูมิเนียม จะผสมในสังกะสีระหว่าง 3.5 - 4.5% เพื่อช่วยให้ความแข็งแรง และความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยให้คุณสมบัติการไหลตัวในขณะทำการหล่อดีขึ้น

แมกนีเซียม จะผสมในสังกะสีอยู่ระหว่าง 0.30 - 1.0% เพื่อช่วยลดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของโลหะสังกะสีได้

สำหรับสังกะสีหล่อที่ได้จากการหล่อในแบบพิมพ์ที่ใช้แรงดันไม่สูงมากนัก ส่วนมากมักใช้สังกะสีที่บริสุทธิ์มาหล่อ ซึ่งจะทำให้สังกะสีมีรูปทรงไม่มากนัก เนื้อแน่นดี มีขนาดที่แน่นอน และสามารถหล่อให้เป็นชิ้นบาง ๆ ได้

สังกะสีนิยมใช้นำมาเคลือบผิวของโลหะชนิดอื่น เพื่อป้องกันการผุกร่อนและเพิ่มความคงทน สวยงาม เช่น ลวดเหล็ก เหล็กแผ่นทำถังเก็บน้ำ สังกะสีสูงหลังคา ราน้ำ เป็นต้น การเคลือบสังกะสีบนแผ่นโลหะอื่น โดยทั่วไปนิยมทำโดยวิธีการชุบร้อน เพราะสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่องได้

ตะกั่ว (Lead : Pb)

เป็นโลหะที่มีลักษณะเป็นสีขาว มีจุดหลอมต่ำ (237°C) จึงจัดไว้ในกลุ่มโลหะขาว ทนต่อการกัดกร่อนต่าง ๆ ได้ดีมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งทนต่อการกัดตะกั่ว เป็นโลหะที่สำคัญมากในงานอุตสาหกรรม จะถูกนำไปใช้ผลิตหม้อแบตเตอรี่ โดยใช้ตะกั่วทำเป็นแผ่นธาตุ สารประกอบของตะกั่วใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทนให้สูงขึ้น และป้องกันการน็อกของเครื่องยนต์

ประโยชน์ของตะกั่ว ใช้ทำภาชนะบรรจุน้ำกรด ทำแผ่นแบตเตอรี่ ทำโลหะหุ้มสายเคเบิลทำโลหะแบริงทำสีขาว เนื่องจากตะกั่วมีน้ำหนักมาก จึงนิยมใช้เป็นน้ำหนักถ่วงความสมดุลของล้อรถยนต์ และมีความหนาแน่นสูงมาก จึงเหมาะที่จะใช้เป็นฉากป้องกันรังสีต่างๆ ในการแพทย์ และในการทดสอบงานเชื่อม

โทษของตะกั่วมีหลายชนิด การทำงานกับตะกั่วต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก อย่าสูดไอตะกั่ว หลอมเหลวเข้าไป เพราะตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะเป็นอันตราย อาจเสียชีวิตได้ และตะกั่วยังสามารถซึมเข้าสู่ผิวหนังได้อีกด้วย ถ้าเด็กได้รับพิษของตะกั่ว จะทำให้เด็กกลายเป็นเด็กปัญญาอ่อน

ดีบุก (Tin : Sn)

เป็นโลหะสีขาวและอ่อน จัดเป็นโลหะขาวเช่นเดียวกับตะกั่ว มีจุดหลอมเหลวต่ำ (232°C) นิยมใช้ทำเป็นโลหะบัดกรี นอกจากนี้ยังใช้ผสมกับโลหะอื่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม และตะกั่ว เป็นต้น

คุณสมบัติที่สำคัญของดีบุกมีหลายประการด้วยกัน เช่น มีจุดหลอมละลายต่ำ ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีคุณสมบัติหล่อลื่นดี และไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ จึงนำมาใช้เคลือบแผ่นเหล็ก หรือโลหะชนิดอื่น ทำเป็นภาชนะบรรจุอาหาร ประมาณ 50% ของดีบุกที่ใช้งาน จะนำมาเคลือบโลหะอื่นเพื่อป้องกันการกัดกร่อน และนอกจากนี้ยังทำเป็นแผ่นบาง ๆ สำหรับห่ออาหารได้อีกด้วย

โลหะบัดกรีที่ใช้ในงานบัดกรีอ่อน (Soldering) จะเป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุกซึ่งเป็นโลหะผสมที่มีอุณหภูมิหลอมละลายต่ำ สามารถประสานโลหะให้ติดเข้าด้วยกัน รอยต่อจะมีความแข็งแรง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 3	

โลหะดีบุกผสมและโลหะตะกั่วผสม นิยมใช้ทำแบร็ง จึงมีชื่อเรียกว่า โลหะแบร็ง ซึ่งมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้

1. มีความแข็งแรงสูง ทนต่อแรงกดของเพล่าได้ดี
2. ทนต่อแรงกระแทกได้ดี
3. ทนต่อการเสียดสีและการสึกหรอได้ดี
4. มีอุณหภูมิการหลอมละลายต่ำและหล่อได้ง่าย
5. ทนต่อการกัดกร่อน เนื่องจากน้ำมันหล่อลื่นได้ดี
6. สามารถรักษาคุณสมบัติทางกลได้ดี ถึงแม้ว่าจะใช้งานที่อุณหภูมิสูง

โลหะเบา (Light Metals) ที่เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 5 กก./ดม.3 ที่ใช้งานและรู้จักกันทั่วไป เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เป็นต้น

อะลูมิเนียม (Aluminium : Al)

โลหะเบา (Light Metals) ที่เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 กก./ดม.3 ที่ใช้งานและรู้จักกันทั่วไป เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เป็นต้น

เป็นโลหะที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย มีน้ำหนักเบา (2.7 กก./ดม.3) และมีจุดหลอมเหลวต่ำ (658°C) คุณสมบัติที่สำคัญของอะลูมิเนียมมีหลายประการ มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียวสูง สามารถนำไปขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ได้โดยง่าย เนื่องจากมีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ จึงทำให้ง่ายต่อการหล่อ มีความสามารถเพียง 62% เมื่อเทียบกับทองแดงนิยมใช้ทำสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เพราะมีน้ำหนักเบา มีคุณสมบัติการนำความร้อนสูง และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย จึงใช้ทำภาชนะหุงต้มอาหาร และมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนในบรรยากาศได้ดี

การกำหนดสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม

สัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม ตามที่สมาคมอะลูมิเนียมแห่งอเมริกา* ได้กำหนดขึ้น แบ่งเป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภท คือ อะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็น และอะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นผสม

สัญลักษณ์	ธาตุที่ผสม
1XXX	อะลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0%
2XXX	ทองแดง
3XXX	แมงกานีส
4XXX	ซิลิคอน
5XXX	แมกนีเซียม
6XXX	แมกนีเซียมและซิลิคอน
7XXX	สังกะสี
8XXX	ธาตุอื่นๆ

แสดงตัวเลขสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียมผสมขึ้นรูป

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. โลหะนอกกลุ่มเหล็กหมายถึงอะไร

2. โลหะหนัก (Heavy Metals) หมายถึงอะไร

3. โลหะเบา (Light Metals) หมายถึงอะไร

4. ทองคำขาว (Platinum) Pt มีลักษณะทั่วไปและการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

5. แมกนีเซียม (Magnesium) Mg มีลักษณะทั่วไปและการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. โลหะนอกกลุ่มเหล็กหมายถึงอะไร

ตอบ โลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่ไม่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ โลหะนอกกลุ่มเหล็กเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นเนื่องมาจากมีคุณสมบัติบางอย่างที่ดีกว่าเหล็ก เช่น ทนการกัดกร่อนได้ดี มีน้ำหนักเบา ขึ้นรูปได้ง่าย นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ โลหะหนัก (Heavy Metals) และ โลหะเบา (Light Metals) โลหะหนักหรือโลหะเบา ใช้ความหนาแน่นของโลหะเป็นตัวกำหนด

2. โลหะหนัก (Heavy Metals) หมายถึงอะไร

ตอบ โลหะหนักจะมีความหนาแน่นตั้งแต่ 4 ก./ซม.3ขึ้นไป

3. โลหะเบา (Light Metals) หมายถึงอะไร

ตอบ โลหะเบาจะมีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 ก./ซม.3

4. ทองคำขาว (Platinum) Pt มีลักษณะทั่วไปและการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ตอบ เป็นโลหะที่ผิวเป็นสีขาวมันวาว เป็นโลหะที่มีค่ามากหนักที่สุดในบรรดาโลหะทั้งหมด และเป็นโลหะที่เหนียวมากแม้จะเผาให้ร้อนจนขาวก็ยังคงความเป็นโลหะไว้ ทนต่อต่างและกรดได้ดี ไม่รวมตัวกับออกซิเจนในอากาศให้ผิวหมองแต่อย่างใด มีคุณสมบัติทางกลดี สามารถดึงหรือรีดเป็นเส้นลวดเล็ก ๆ ได้เล็กที่สุดที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.015 มม. ทำให้เป็นแผ่นบางได้ถึง ความหนา 0.0025 มม. นำไปใช้ทำเครื่องมือวัดอุณหภูมิในงานอุตสาหกรรม เช่น เทอร์โมอิเลเมนต์ (วัดอุณหภูมิได้ถึง 1,600 OC) นอกจากนั้นยังทำเป็นเครื่องประดับ ภาชนะรองในห้องปฏิบัติการ มีจุดหลอมเหลว 1768.3 OC มีความหนาแน่น 19.77ก./ซม.3

5. แมกนีเซียม (Magnesium) Mg มีลักษณะทั่วไปและการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ตอบ เป็นโลหะที่เบาที่สุดที่ใช้งานวิศวกรรม ไม่ทนต่อการกัดกร่อน ลุกติดไฟได้เองในอากาศ ให้แสงสีขาวจ้า เมื่ออยู่ในสภาพผงนำไปใช้ทำพลุหรือดอกไม้ไฟ ใช้เติมลงไปในเหล็กหล่อเพื่อทำเหล็กหล่อแกรไฟต์ก่อนกลม ใช้ทำหลอดไฟแฟลช (Flash) สำหรับถ่ายรูป ความเบาของแมกนีเซียม มีประโยชน์ต่อการทำชิ้นส่วนที่ต้องการน้ำหนักเบา เช่น โครงของเครื่องบิน จรวด ชีปนาอูธ สลัก หมุดย้ำ กระทะล้อเครื่องบิน ชิ้นส่วนบางชิ้นในเครื่องทอผ้า เครื่องพิมพ์หนังสือ ทำแผ่นบล็อกสำหรับงานพิมพ์มีจุดหลอมเหลว 650 OC มีความหนาแน่น 1.584ก./ซม.3

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
 คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงบอกการกำหนดสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลยการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงบอกการกำหนดสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม

สัญลักษณ์	ธาตุที่ผสม
1XXX	อะลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0%
2XXX	ทองแดง
3XXX	แมงกานีส
4XXX	ซิลิคอน
5XXX	แมกนีเซียม
6XXX	แมกนีเซียมและซิลิคอน
7XXX	สังกะสี
8XXX	ธาตุอื่นๆ

แสดงตัวเลขสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียมผสมขึ้นรูป



ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 25
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- เหล็กเส้นที่ใช้ในงานก่อสร้างคือเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดใด
 - เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
 - เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
 - เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
 - เหล็กกล้าประสมสูง
 - เหล็กกล้าประสมพิเศษ
- ถ้าพิจารณาจาก Iron-carbon Equilibrium Diagram แล้วจะเห็นว่าเหล็กหล่อมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์

ก. 2 % - 3.50 เปอร์เซ็นต์	ข. 1 % - 4.67 เปอร์เซ็นต์
ค. 2 % - 5.67 เปอร์เซ็นต์	ง. 2 % - 6.67 เปอร์เซ็นต์
จ. 3 % - 5.50 เปอร์เซ็นต์	
- เหล็กเมื่อทำปฏิกิริยาออกซิเจนจะมีผลอย่างไร

ก. ผิวแข็งขึ้น	ข. เกิดเป็นสนิม
ค. ผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเทาเข้ม	ง. อ่อนลง
จ. เหนียวมากขึ้น	
- ดอกสว่าน สกัด กรรไกร ทำจากเหล็กชนิดใด
 - เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
 - เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
 - เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
 - เหล็กกล้าประสมสูง
 - เหล็กกล้าประสมพิเศษ
- เหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนรวมอยู่มากจะมีผลตามข้อใด
 - ขาดสมบัติ ความความเหนียว (Ductility) จะเปราะและแตกหักง่ายเมื่อถูกแรงกระแทกปกติ
 - จะอ่อนมากขึ้นและทนต่อการแตกหักเมื่อถูกแรงกระแทกปกติ
 - มีความเหนียวมากขึ้น ขึ้นรูปได้ง่าย
 - ใช้ในงานที่รอบสูง ๆ ได้ดีมาก
 - ทนต่อการเสียดสีได้ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 2	

6. โลหะในข้อใดไม่จัดเป็นโลหะหนัก (Heavy Metal)

- ก. ทองแดง
- ข. ตะกั่ว
- ค. สังกะสี
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. ดีบุก

7. สายไฟฟ้าแรงสูงนิยมใช้โลหะชนิดใดในการทำ

- ก. ดีบุก
- ข. เงิน
- ค. ทองแดง
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. แมกนีเซียม

8. ทองแดง + สังกะสี เป็นโลหะผสมในข้อใด

- ก. นิกโครม
- ข. ทองเหลือง
- ค. ตะกั่ว
- ง. ดีบุก
- จ. นวโลหะ

9. ลวดเหล็ก สังกะสีสูงหลังคา นิยมใช้โลหะชนิดใดเคลือบ

- ก. สังกะสี
- ข. เงิน
- ค. ทองแดง
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. แมกนีเซียม

10. ขณะที่เกิดการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมและชิ้นงานจะมีอุณหภูมิประมาณ

- ก. 1,500 °C
- ข. 1,550 °C
- ค. 1,600 °C
- ง. 1,649 °C

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบกระดาศำตอบ หลังเรียน	หน้าทึ่ 27
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.1

ชื้-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นั้กคึ้กา.....

ชื้	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำชื้สอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื้ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 3 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก โมดูลย่อย 1.1 : โลหะนอกกลุ่มเหล็ก	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 28
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ข
4.	ง
5.	จ
6.	จ
7.	ง
8.	ค
9.	ค
10.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 4

เรื่อง ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรอาชีวศึกษา (20103-2111) เล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบุรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆ ที่ทำให้อาสาประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

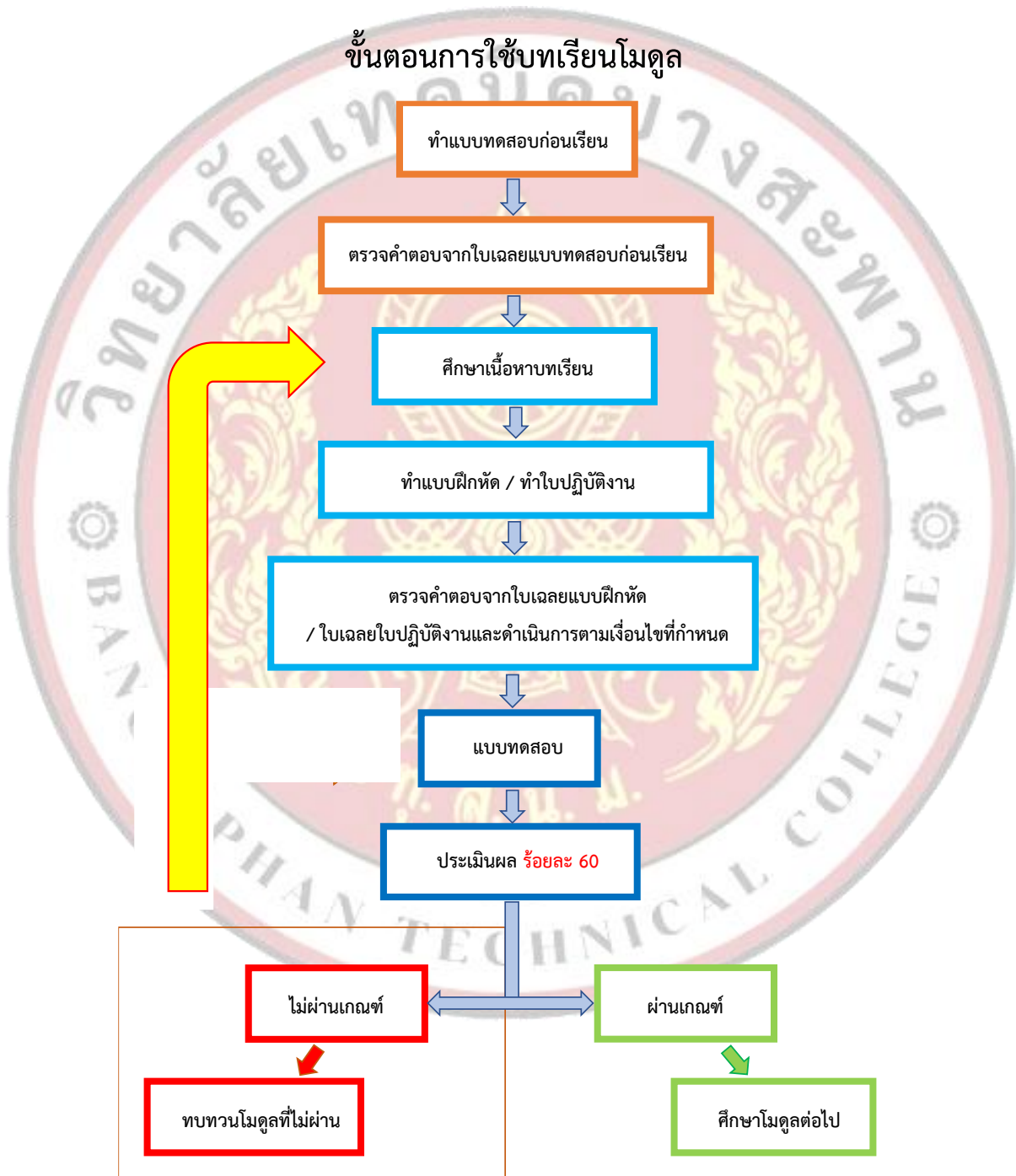
นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	14
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	15
ใบปฏิบัติงาน	16
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	17
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	19
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	20
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	21
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	23
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	24

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 ชนิดวัสดุในงานอุตสาหกรรมเป็น โลหะซึ่งได้จากการถลุงสินแร่เหล็กหรือสินแร่อื่น ๆ และ อโลหะ หมายถึง วัสดุที่ไม่ใช่โลหะ มักจะมีคุณสมบัติตรงข้ามกับกลุ่มที่เป็น โลหะ ได้แก่ วัสดุอินทรีย์และวัสดุอนินทรีย์ นำมาใช้ประโยชน์ เช่น สิ่งปลูกสร้าง เครื่องยนต์ เครื่องจักรกล รวมทั้งเครื่องใช้อำนวยความสะดวกต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทเรียนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

ชนิดวัสดุในงานอุตสาหกรรมเป็น โลหะซึ่งได้จากการถลุงสินแร่เหล็กหรือสินแร่อื่น ๆ และ อโลหะ หมายถึง วัสดุที่ไม่ใช่โลหะ มักจะมีคุณสมบัติตรงข้ามกับกลุ่มที่เป็น โลหะ ได้แก่ วัสดุอินทรีย์และวัสดุอนินทรีย์ นำมาใช้ประโยชน์ เช่น สิ่งปลูกสร้าง เครื่องยนต์ เครื่องจักรกล รวมทั้งเครื่องใช้อำนวยความสะดวกต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 0.30% ขึ้นไป ควรจะทดลองเชื่อมงานก่อนที่จะเชื่อมงานจริงเพื่อมีจุดประสงค์ใด

- ก. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดการเติมธาตุออกซิเจน
- ข. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดการบิดงอ
- ค. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะแตกร้าว
- ง. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดรูพรุน
- จ. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดการหดตัว

2. เหล็กกล้าคาร์บอนเมื่อเติมธาตุชนิดใดจะมีผลทำให้เกิดการแตกร้าวได้ง่ายในขณะร้อน (Hot Short)

- ก. คาร์บอน
- ข. ซิลิคอน
- ค. กำมะถัน
- ง. ทองแดง
- จ. สังกะสี

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเย็นตัวในรอยเชื่อม

- ก. ถ้าอัตราการเย็นตัวเร็วจะทำให้เกิดความแข็งแรง แต่จะเปราะ
- ข. ถ้าอัตราการเย็นตัวเร็วจะทำให้เกิดความเหนียว
- ค. ถ้าอัตราการเย็นตัวช้าจะทำให้เกิดความเปราะ
- ง. ถ้าอัตราการเย็นตัวช้าจะทำให้เกิดความแข็งแรง
- จ. ถ้าอัตราการเย็นตัวช้าจะทำให้เกิดความเปราะ และเหนียว

4. เหล็กกล้าชนิดใด ที่ใช้ใน สลักเกลียวใช้งานหนัก, เพื่อง

- ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
- ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
- ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
- ง. เหล็กกล้าคาร์บอนพิเศษ
- จ. เหล็กกล้าแมงกานีสสูง

5. เหล็กกล้าชนิดใด ไม่เหมาะกับงานชุบแข็ง

- ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
- ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
- ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
- ง. เหล็กกล้าคาร์บอนพิเศษ
- จ. เหล็กกล้าแมงกานีสสูง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีส่วนผสมของแมงกานีสต่อกำมะถันในอัตราส่วน 10 : 1 จะส่งผลอย่างไรกับงานเชื่อม

- ก. ช่วยให้การไหลของน้ำโลหะขณะเชื่อมดีขึ้น
- ข. จะทำให้เหล็กกล้ามีความสามารถในการเชื่อมที่ดี
- ค. มีความแข็งมากขึ้น ทนต่อการกัดกร่อน
- ง. รอยเชื่อมมีความเหนียวแตกหักยากขึ้น
- จ. ใช้เวลาในการเชื่อมเร็วขึ้น

7. เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.25–0.30 % ควรใช้ลวดเชื่อมชนิดใด

- ก. ชนิดไม่ผ่านการอบให้ความร้อน
- ข. ชนิดไม่มีสารเคลือบผิว
- ค. ชนิดแบบต่อเนื่อง
- ง. ชนิดมีไส้ฟลักซ์
- จ. ชนิดไฮโดรเจนต่ำ

8. เหล็กกล้ารูปพรรณมีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมรถยนต์ แบ่งการผลิต ออกเป็น 2 แบบได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น
- ข. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิต ออกเป็น 3 แบบได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน เหล็กรูปพรรณรีดเย็น เหล็กรูปพรรณหล่อเย็น
- ค. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิต ออกเป็น 2 แบบได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น
- ง. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นกล่อ่งและทรงกลม สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิต ออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น
- จ. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดทรงกลม สำหรับใช้ในงานโครงสร้างสะพาน แบ่งการผลิตออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น

9. ท่อประปานิยมใช้ธาตุใดเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

- ก. ตะกั่ว
- ข. สังกะสี
- ค. อะลูมิเนียม
- ง. ทองเหลือง
- จ. ดีบุก

10. Cold Drawn Bar มีชื่อเรียกว่าอะไร

- ก. เหล็กรีดร้อน
- ข. เหล็กไร้เกจ
- ค. เหล็กเพลาดำ
- ง. เหล็กเพลาชาว
- จ. เหล็กข้ออ้อย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบกระดาศำตอบ ก่อนเรียน	หน้า ที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ข
4.	ง
5.	จ
6.	จ
7.	ง
8.	ค
9.	ค
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายการผลิตเหล็กดิบได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายกรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้าได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายกรรมวิธีการผลิตเหล็กหล่อได้อย่างถูกต้อง
4. อธิบายกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพเหล็กด้วยความร้อนได้อย่างถูกต้อง

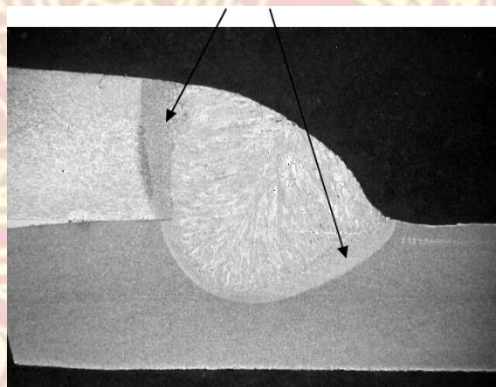


	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

อิทธิพลของธาตุต่าง ๆ ที่นำมาผสมในเหล็กกล้า

1. คาร์บอน (C) เป็นธาตุที่สำคัญในการช่วยเพิ่มความแข็งแรงแก่เหล็กกล้า เมื่อมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่สูงขึ้นเหล็กกล้าจะมีความสามารถในการชุบแข็งและความต้านทานต่อแรงดึงจะสูงขึ้นแต่ความเหนียวและความสามารถในการเชื่อมจะลดลงเมื่อทำการเชื่อมเหล็กกล้าที่มีปริมาณ คาร์บอนผสมอยู่มากกว่า 0.25% และทำให้เย็นตัว อย่างรวดเร็วบริเวณใกล้เคียงกับรอยเชื่อมหรือ เรียกว่าบริเวณกระทบร้อน (Heat Affect Zone : HAZ) จะมีความแข็งและเปราะหรือถ้าบริเวณบ่อหลอมเหลว ได้รับคาร์บอนในปริมาณมากในขณะที่ทำการเชื่อม รอยเชื่อมอาจจะมีความแข็งแรงมากกว่าปกติ

บริเวณกระทบร้อน



2. แมงกานีส (Mn) เป็นธาตุที่ช่วยเพิ่มความสามารถชุบแข็งและความแข็งแรงแต่จะมีผลน้อยกว่าธาตุคาร์บอน สมบัติของเหล็กกล้าที่มีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอน ถ้าแมงกานีสน้อยกว่า 0.30% อาจทำให้เกิดตามด และรอยร้าวภายในรอยเชื่อมและถ้ามีแมงกานีส มากกว่า 0.80% รอยเชื่อมอาจจะมีโอกาสเกิดการแตกร้าวได้ง่ายเช่นเดียวกัน

โดยทั่วไปแล้วแมงกานีสจะเป็นธาตุที่ช่วยเร่งอัตราการแทรกซึมของคาร์บอน ขณะที่ทำการอบเติมคาร์บอน และมีผลดีต่อการตกแต่งผิวสำเร็จ

ส่วนผสมของแมงกานีสต่อกำมะถันในอัตราส่วน 10 : 1 จะทำให้เหล็กกล้ามีความสามารถ ในการเชื่อมที่ดี ถ้าเหล็กกล้ามีแมงกานีสและคาร์บอนต่ำ แสดงว่าการลดปริมาณออกซิเจนกระทำไม่เหมาะสม แมงกานีสในเหล็กกล้าจะรวมตัวกับกำมะถัน ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม ถ้าเหล็กมีอัตราส่วนต่ำ จะทำให้รอยเชื่อมแตกร้าวได้ง่ายขณะที่รอยเชื่อมยังร้อนอยู่

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผนที่ : 2	

3. กำมะถัน (S) กำมะถันจะช่วยเพิ่มความสามารถในการตัดแต่งของเหล็กกล้า แต่จะไปลดความอ่อนในแนวขวางความต้านทานต่อแรงกระแทกและความสามารถในการเชื่อมกำมะถันจะทำให้รอยเชื่อมเกิดแตกง่ายได้ง่ายในขณะร้อน (Hot-Short) แม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม และมีโอกาสที่จะเกิดมากขึ้นถ้ามีปริมาณกำมะถันสูงขึ้น ปกติแล้วจะให้มีกำมะถันได้ไม่เกิน 0.35% แต่ต้องมีแมงกานีสเพียงพอด้วยถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาารุนแรง เป็นอันตรายต่อคุณภาพ ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าแมงกานีสต่ำ

เหล็กกล้าที่มีกำมะถันผสมอยู่จะมีความสามารถในการเชื่อมไม่ดี เพราะกำมะถันจะรวมตัวกับเหล็กกลายเป็นฟิล์มซึ่งทำให้เกิดรอยแตกง่ายและรอยตำหนิอื่น ๆ ตามบริเวณแนวหลอมเหลว ของการอาร์ก

4. ฟอสฟอรัส (P) จะมีผลทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งและความแข็งแรงสูงขึ้น แต่ความต้านทาน ต่อแรงกระแทกจะลดลงโดยเฉพาะในเหล็กกล้าเกรดคาร์บอนสูงในเหล็กกล้าเกรดคาร์บอนต่ำ ฟอสฟอรัสจะช่วยเพิ่มความสามารถในการตัดแต่งและความต้านทานต่อการกัดกร่อนของบรรยากาศ ได้ดี

เมื่อพิจารณาในด้านของงานเชื่อมจะถือว่าฟอสฟอรัสจะเป็นสารมลทินจึงต้องพยายามควบคุมให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ถ้ามีมากกว่า 0.04% จะทำให้รอยเชื่อมเปราะและแตกง่ายได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ฟอสฟอรัสทำให้การไหลของน้ำโลหะดีขึ้น จึงทำให้การควบคุมการเชื่อมได้ยาก

5. ซิลิคอน (Si) เป็นธาตุที่ช่วยลดออกซิเจนในเหล็กกล้าซึ่งจะเติมลงไปในขณะที่ทำการผลิตเหล็กกล้า และยังช่วยเพิ่มความแข็งและความแข็งแรงแต่จะให้ผลน้อยกว่าธาตุแมงกานีส ถ้าเหล็กกล้ามีคาร์บอนค่อนข้างสูงซิลิคอนจะมีโอกาสทำให้เหล็กแตกง่ายได้ง่ายขึ้น เหล็กกล้าที่มีความสามารถในการเชื่อมที่ดีต้องมีซิลิคอนไม่เกิน 0.10% แต่ถ้าสูงถึง 0.30% จะมีผลเสียน้อยกว่า เมื่อเทียบกับการมีกำมะถันหรือฟอสฟอรัสสูง

6. ทองแดง (Cu) เป็นธาตุที่มีสมบัติปรับปรุงความต้านทานการกัดกร่อนจากบรรยากาศ ถ้าเติมทองแดงจนถึง 0.50% จะไม่มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมแต่ถ้ามีเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อความสามารถในการตีประสานแต่ถ้าเป็นเหล็กกล้าที่ต้องผ่านการอบชุบ หากมีทองแดงมากกว่า 0.50% จะทำให้สมบัติเชิงกลลดลง

ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

การแบ่งชนิดของเหล็กกล้าคาร์บอนโดยทั่วไปจะแบ่งตามปริมาณของคาร์บอนที่ผสม ซึ่งจะแบ่งได้ดังนี้ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมีคาร์บอนไม่เกิน 0.30% เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง มีคาร์บอนระหว่าง 0.30 - 0.45 % และเหล็กกล้าคาร์บอนสูงมีคาร์บอนมากกว่า 0.45% เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำจะแบ่งเป็น เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมากมีคาร์บอนไม่เกิน 0.15% และเหล็กกล้า ละมุน มีคาร์บอน 0.15 - 0.30% ส่วนผสมของเหล็กกล้าคาร์บอนตามมาตรฐานSAE ดังแสดงในตาราง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

Ladle Chemical Composition, c Limits, %					SAE	Ladle Chemical Composition, c Limits, %				
No.	C	Mn	P,max	S,max	No.	C	Mn	P,max	S,max	
1006	0.08 max	0.25-0.45	0.040	0.050	1040	0.36-0.44	0.60-0.90	0.040	0.050	
1008	0.10 max	0.25-0.50	0.040	0.050	1041	0.36-0.45	1.30-1.65	0.040	0.050	
1009	0.15 max	0.60 max	0.040	0.050	1042	0.39-0.47	0.60-0.90	0.040	0.050	
1010	0.08-0.13	0.30-0.60	0.040	0.050	1043	0.39-0.47	0.70-1.00	0.040	0.050	
1012	0.10-0.15	0.30-0.60	0.040	0.050	-	-	-	-	-	
1015	0.12-0.18	0.30-0.60	0.040	0.050	1045	0.42-0.50	0.60-0.90	0.040	0.050	
1016	0.12-0.18	0.60-0.90	0.040	0.050	1046	0.42-0.50	0.70-1.00	0.040	0.050	
1017	0.14-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	-	-	-	-	-	
1018	0.14-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050	1048	0.43-0.52	1.05-1.40	0.040	0.050	
1019	0.14-0.20	0.70-1.00	0.040	0.050	1049	0.45-0.53	0.60-0.90	0.040	0.050	
1020	0.17-0.23	0.30-0.60	0.040	0.050	1050	0.47-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050	
1021	0.17-0.23	0.60-0.90	0.040	0.050	1052	0.46-0.55	1.20-1.55	0.040	0.050	
1022	0.17-0.23	0.70-1.00	0.040	0.050	1055	0.52-0.60	0.60-0.90	0.040	0.050	
1023	0.19-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050	1060	0.55-0.66	0.60-0.90	0.040	0.050	
1024	0.18-0.25	1.30-1.65	0.040	0.050	1064	0.59-0.70	0.50-0.80	0.040	0.050	
1025	0.22-0.28	0.30-0.60	0.040	0.050	1065	0.59-0.70	0.60-0.90	0.040	0.050	
1026	0.22-0.28	0.60-0.90	0.040	0.050	1070	0.65-0.76	0.60-0.90	0.040	0.050	
1027	0.22-0.29	1.20-1.55	0.040	0.050	1074	0.69-0.80	0.50-0.80	0.040	0.050	
1030	0.27-0.34	0.60-0.90	0.040	0.050	1078	0.72-0.86	0.30-0.60	0.040	0.050	
1033	0.29-0.36	0.70-1.00	0.040	0.050	1080	0.74-0.88	0.60-0.90	0.040	0.050	
1035	0.31-0.38	0.60-0.90	0.040	0.050	1084	0.80-0.94	0.60-0.90	0.040	0.050	
1036	0.30-0.38	1.20-1.55	0.040	0.050	1085	0.80-0.94	0.70-1.00	0.040	0.050	
1037	0.31-0.38	0.70-1.00	0.040	0.050	1086	0.80-0.94	0.30-0.50	0.040	0.050	
1038	0.34-0.42	0.60-0.90	0.040	0.050	1090	0.84-0.98	0.60-0.90	0.040	0.050	
1039	0.36-0.44	0.70-1.00	0.040	0.050	1095	0.90-1.04	0.30-0.50	0.		

แสดงส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าคาร์บอน ตามมาตรฐาน SAE

ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

1. ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำจะมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ไม่เกิน 0.30% ซึ่งจะมีความสามารถในการเชื่อมไฟฟ้าที่ตินิยมนำมาใช้ในงานโครงสร้างทั่วไปภาชนะ ฐานเครื่องจักรเครื่องกลการเกษตร และงานเชื่อมทั่วไป

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่มีคาร์บอนประมาณ 0.13% สามารถใช้ในงานเชื่อมได้ดีแต่จะเชื่อมได้ไม่ตึง เมื่อเชื่อมด้วยความเร็วสูงเหล็กกล้าชนิดนี้เมื่อมีแมงกานีสไม่เกิน 0.30% จะมีโอกาสเกิดรูพรุนได้ง่ายซึ่งวิธีการแก้ไขอาจทำได้โดยการเชื่อมให้ช้าลงกว่าเดิม แต่ถ้ายอมให้เกิดรูพรุนอยู่บ้าง ก็ไม่ต้องลดความเร็วในการเชื่อมก็ได้

เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.15-0.20 % จะมีความสามารถในการเชื่อมที่ตึงมาก สามารถเชื่อมตามวิธีมาตรฐานโดยทั่วไปได้ด้วยสวดเชื่อมเหล็กเหนียวทุกชนิดจึงเหมาะสมกับงานที่ต้องการความรวดเร็วในการเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 3	

เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.25-0.30% จะมีความสามารถในการเชื่อมที่ดี แต่ถ้ามีธาตุผสมบางตัวสูงเกินค่าที่จำกัดอาจทำให้งานเชื่อมแตกร้าวได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อเชื่อมแบบฟิลเลท (Fillet) ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการลดความเร็วและกระแสไฟเชื่อม หรือถ้ามีธาตุผสมมากเกินไปจะมีโอกาสเกิดโพรงอากาศได้ง่ายซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการลดความเร็ว และกระแสไฟเชื่อมลงได้เช่นเดียวกัน

การเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำนี้โดยทั่วไปแล้วไม่ต้องให้ความร้อนก่อนการเชื่อม (Preheat) แต่ถ้าชิ้นงานมีความหนาตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไปควรอุ่นชิ้นงานก่อนการเชื่อม แต่ถ้าเป็นกระบวนการเชื่อมที่มีไฮโดรเจนต่ำอาจจะไม่ต้องทำการอุ่นชิ้นงานก็ได้ โดยทั่วไปแล้วเหล็กกล้าที่มีคาร์บอน ผสมอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.30% ควรใช้ลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ (EXXX5, EXXX6, EXXX8) หรือกระบวนการเชื่อมแบบไฮโดรเจนต่ำถ้าอุณหภูมิแวดล้อมต่ำกว่า 10 °C ลักษณะงานเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะงานเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

2. ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและเหล็กกล้าคาร์บอนสูง

โดยทั่วไปแล้วความสามารถในการชุบแข็งของเหล็กกล้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อเหล็กกล้ามีปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้น ดังนั้นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและคาร์บอนสูงจึงเหมาะกับการใช้งานที่ความแข็ง ความต้านทานต่อการสึกหรอ และความแข็งแรงสูง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (มีคาร์บอนประมาณ 0.45%) จะนิยมใช้ทำแผ่นกันสีก สปริงและชิ้นส่วนรถไฟอุปกรณ์และ เครื่องมือการขุดและ ตักดิน แต่เหล็กกล้าชนิดนี้จะมีสมบัติในการเชื่อมไม่ดีคือจะเชื่อมยากนั่นเอง การเชื่อมต้องให้ความร้อนก่อนที่จะทำ และในบางครั้งหลังจากการเชื่อมต้องอุ่นงาน อีกครั้งเพื่อคลายความเค้นที่อยู่ภายในชิ้นงานลง

เหล็กกล้าคาร์บอนสูงจะเหมาะกับงานในสภาพอบชุบแข็ง เช่น นำไปใช้ทำเครื่องมืองานโลหะ และงานไม้ดอกสว่านแม่พิมพ์ มีด ฆาตกร และเหล็กกันสีกเป็นต้น อุปกรณ์ทำฟาร์มบางชนิดจะทำจากเหล็กกล้ารถไฟนำไปรีดใหม่ (มีคาร์บอน 0.65%) โดยการเชื่อมในสภาพที่หลังรีดต้องอุ่นชิ้นงานก่อนการเชื่อม อุ่นรอยเชื่อมเดิมก่อนเชื่อมทับลงไป (Interpart Heating) และอุ่นงานหลังจากการเชื่อม (Postheat) เพื่อคลายความเค้นภายใน



แสดงลักษณะการให้ความร้อนหลังการเชื่อม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. จงเขียนแผนภูมิแสดงผลผลิตจากเตาสูง

2. จงเขียนภาพขั้นตอนผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป

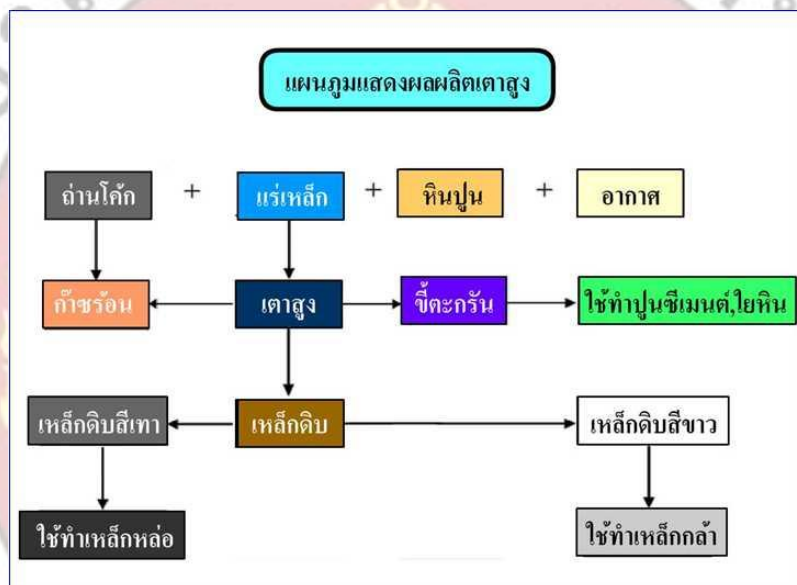
3. จงเขียนแผนภูมิขั้นตอนการผลิตเหล็กชนิดต่างๆ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเฉลี่ย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 1	

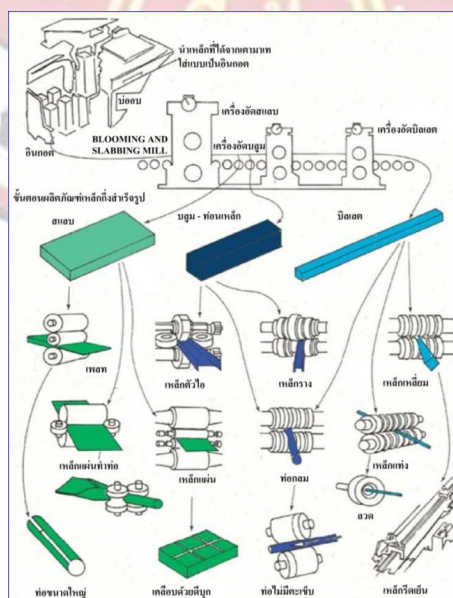
ใบเฉลี่ยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

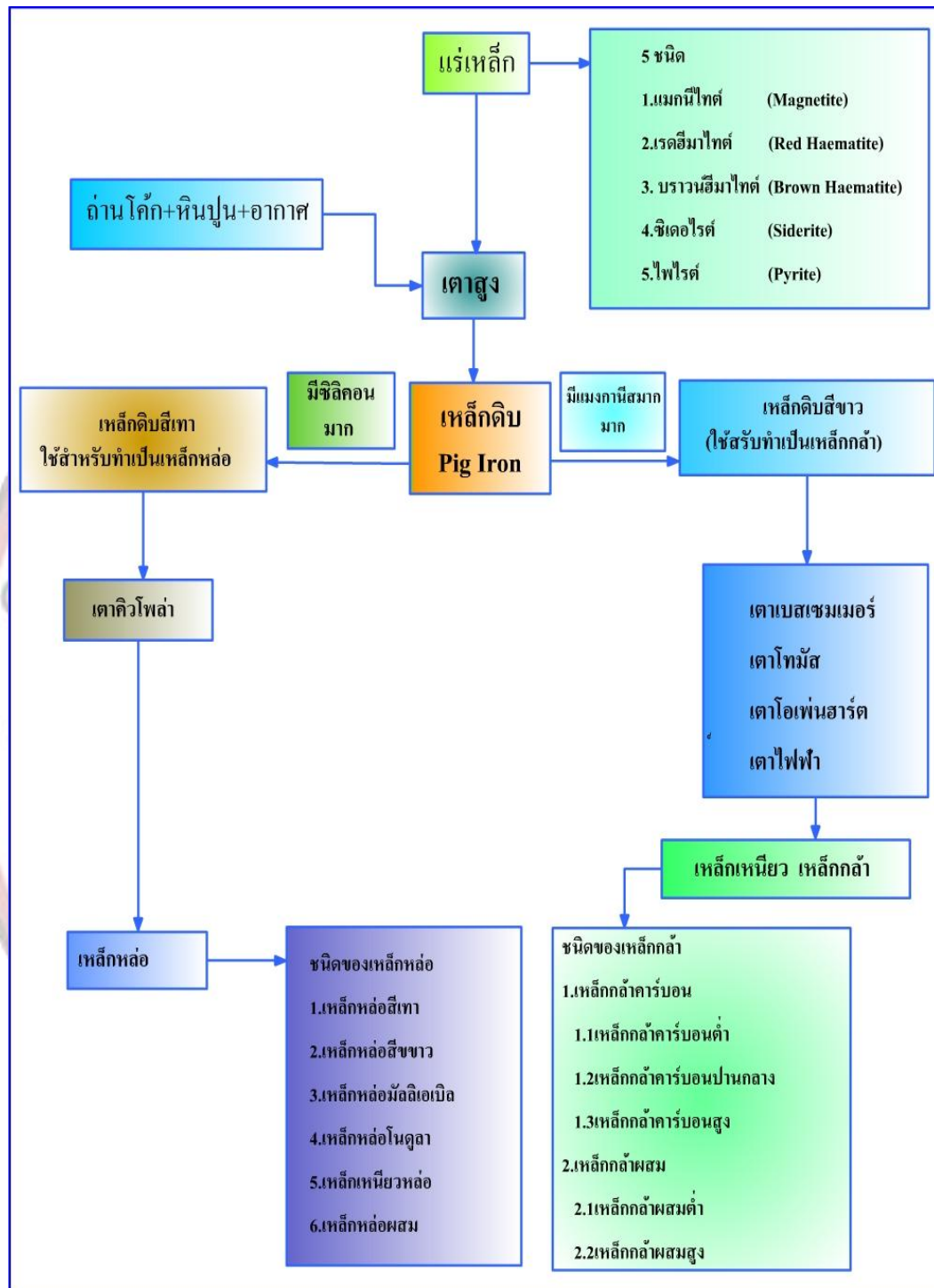
1. จงเขียนแผนภูมิแสดงผลผลิตจากเตาสูง



2. จงเขียนภาพขั้นตอนผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป



3. จงเขียนแผนภูมิขั้นตอนการผลิตเหล็กชนิดต่าง ๆ



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงเขียนภาพขั้นตอนผลิตภัณฑ์เหล็กกิ่งสำเร็จรูป



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

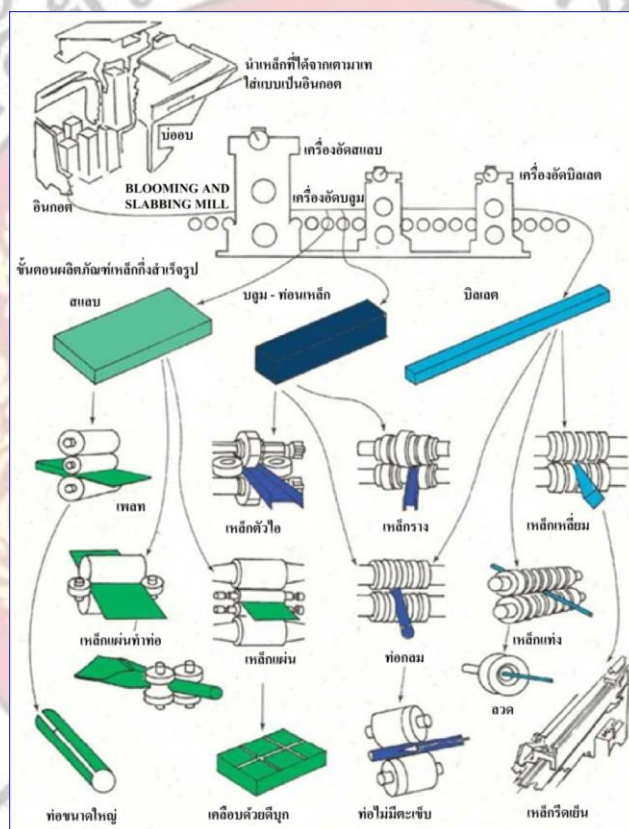
(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเฉลยการปฏิบัติงาน ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงเขียนภาพขั้นตอนผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูป





ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของ เหล็กกล้า	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 0.30% ขึ้นไป ควรจะทดลองเชื่อมงานก่อนที่จะเชื่อมงานจริงเพื่อมีจุดประสงค์ใด

- ก. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดการเติมธาตุออกซิเจน
- ข. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดการบิดงอ
- ค. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะแตกร้าว
- ง. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดรูพรุน
- จ. เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะเกิดการหดตัว

2. เหล็กกล้าคาร์บอนเมื่อเติมธาตุชนิดใดจะมีผลทำให้เกิดการแตกร้าวได้ง่ายในขณะร้อน (Hot Short)

- ก. คาร์บอน
- ข. ซิลิคอน
- ค. กำมะถัน
- ง. ทองแดง
- จ. สังกะสี

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเย็นตัวในรอยเชื่อม

- ก. ถ้าอัตราการเย็นตัวเร็วจะทำให้เกิดความแข็งแรง แต่จะเปราะ
- ข. ถ้าอัตราการเย็นตัวเร็วจะทำให้เกิดความเหนียว
- ค. ถ้าอัตราการเย็นตัวช้าจะทำให้เกิดความเปราะ
- ง. ถ้าอัตราการเย็นตัวช้าจะทำให้เกิดความแข็งแรง
- จ. ถ้าอัตราการเย็นตัวช้าจะทำให้เกิดความเปราะ และเหนียว

4. เหล็กกล้าชนิดใด ที่ใช้ใน สลักเกลียวใช้งานหนัก, เพือง

- ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
- ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
- ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
- ง. เหล็กกล้าคาร์บอนพิเศษ
- จ. เหล็กกล้าแมงกานีสสูง

5. เหล็กกล้าชนิดใด ไม่เหมาะกับงานชุบแข็ง

- ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
- ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
- ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
- ง. เหล็กกล้าคาร์บอนพิเศษ
- จ. เหล็กกล้าแมงกานีสสูง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 2	

6. เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีส่วนผสมของแมงกานีสต่อกำมะถันในอัตราส่วน 10 : 1 จะส่งผลอย่างไรกับงานเชื่อม
 - ก. ช่วยให้การไหลของน้ำโลหะขณะเชื่อมดีขึ้น
 - ข. จะทำให้เหล็กกล้ามีความสามารถในการเชื่อมที่ดี
 - ค. มีความแข็งมากขึ้น ทนต่อการกัดกร่อน
 - ง. รอยเชื่อมมีความเหนียวแตกหักยากขึ้น
 - จ. ใช้เวลาในการเชื่อมเร็วขึ้น
7. เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.25–0.30 % ควรใช้ลวดเชื่อมชนิดใด
 - ก. ชนิดไม่ผ่านการอบให้ความร้อน
 - ข. ชนิดไม่มีสารเคลือบผิว
 - ค. ชนิดแบบต่อเนื่อง
 - ง. ชนิดมีไส้ฟลักซ์
 - จ. ชนิดไฮโดรเจนต่ำ
8. เหล็กกล้ารูปพรรณมีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมรถยนต์ แบ่งการผลิตออกเป็น 2 แบบได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น
 - ข. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิตออกเป็น 3 แบบได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน เหล็กรูปพรรณรีดเย็น เหล็กรูปพรรณหล่อเย็น
 - ค. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิตออกเป็น 2 แบบได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น
 - ง. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นกล่องและทรงกลม สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิตออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น
 - จ. เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดทรงกลม สำหรับใช้ในงานโครงสร้างสะพาน แบ่งการผลิตออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และ เหล็กรูปพรรณรีดเย็น
9. ท่อประปานิยมใช้ธาตุใดเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อน
 - ก. ตะกั่ว
 - ข. สังกะสี
 - ค. อะลูมิเนียม
 - ง. ทองเหลือง
 - จ. ดีบุก
10. Cold Drawn Bar มีชื่อเรียกว่าอะไร
 - ก. เหล็กรีดร้อน
 - ข. เหล็กไร้เกจ
 - ค. เหล็กเพลาดำ
 - ง. เหล็กเพลาชาว
 - จ. เหล็กข้ออ้อย

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบกระดาคำตอบ หลังเรียน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 4 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า โมดูลย่อย 1.1 : ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า	ใบเฉลย แบบทดสอบหลังเรียน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ก
2.	ค
3.	ข
4.	ง
5.	จ
6.	จ
7.	ง
8.	ค
9.	ค
10.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 5

เรื่อง เหล็กกล้ารูปพรรณ

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรสหกรณ์ (20103-2111) เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบุรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆ ที่ทำให้อาสาประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

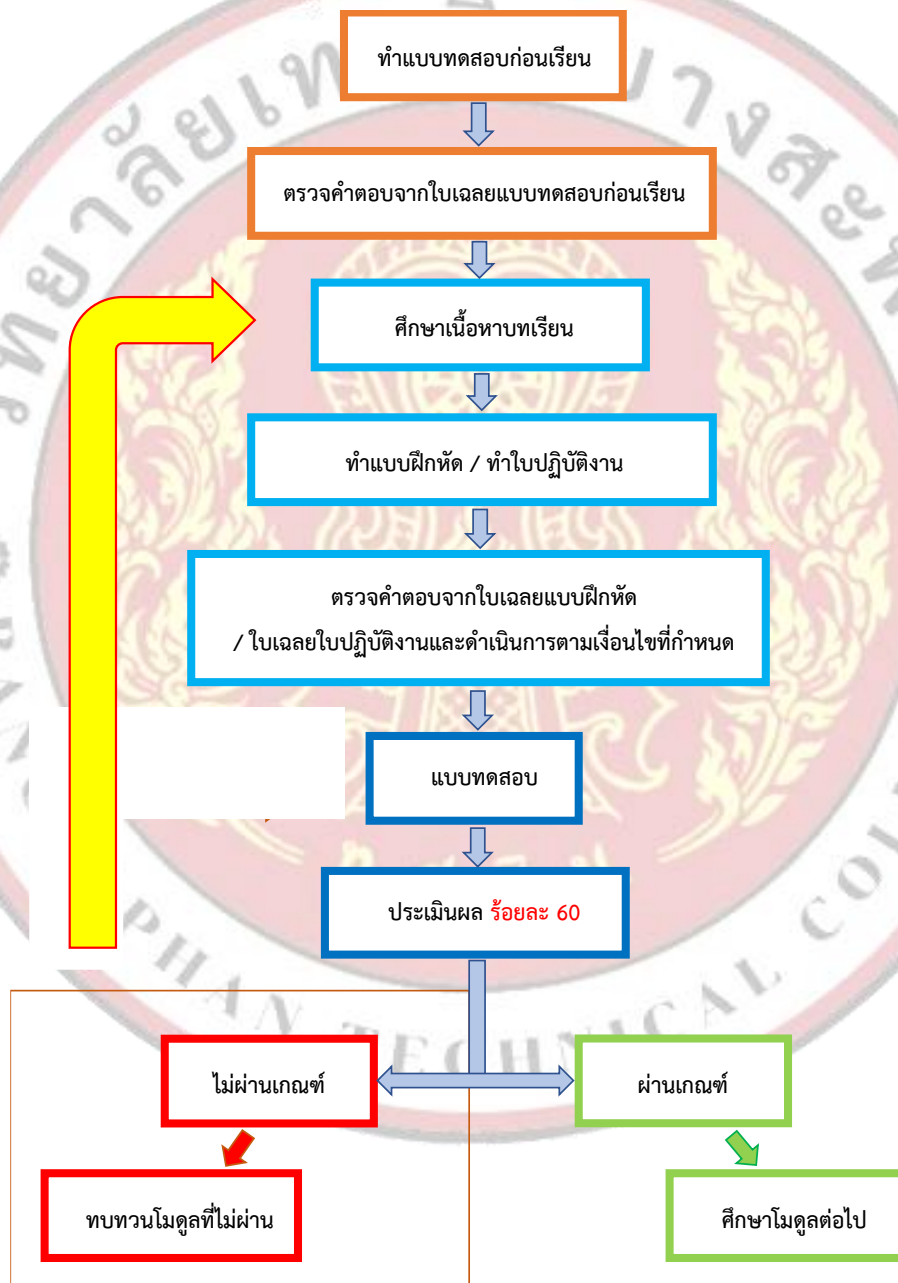
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	18
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	19
ใบปฏิบัติงาน	20
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	21
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	23
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	24
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	25
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	27
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	28

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม เป็นการควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกันมาตรฐานที่นิยมใช้มี 3 มาตรฐานดังนี้ มาตรฐานเหล็กอเมริกา มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) มาตรฐานเหล็กญี่ปุ่น (JIS)

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม เป็น การควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกันมาตรฐานที่นิยมใช้มี 3มาตรฐานดังนี้ มาตรฐานเหล็กอเมริกา มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN)มาตรฐานเหล็กญี่ปุ่น (JIS)

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถในการ เหล็กกล้ารูปพรรณ

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการ เหล็กกล้ารูปพรรณ



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. ในท้องตลาดนิยมเรียกเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมว่าเหล็กชนิดใด
 - ก. เหล็กเบา
 - ข. แป๊ปไร้ตะเข็บ
 - ค. ท่อจัตุรัส
 - ง. ท่อเหล็กชุบสังกะสี
 - จ. แป๊ปโปร่ง
2. มาตรฐานเหล็กเส้นกลม (Round Bars) คือข้อใด
 - ก. GB 25
 - ข. RB 25
 - ค. DB 20
 - ง. BN 30
 - จ. EB 20
3. มาตรฐานเหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars) คือข้อใด
 - ก. GB 25
 - ข. RB 25
 - ค. EB 20
 - ง. BN 30
 - จ. DB 20
4. การทำเหล็กปลอกคานควรเลือกใช้เหล็กชนิดใดจึงจะเหมาะสม
 - ก. เหล็กเส้นกลม
 - ข. เหล็กข้ออ้อย
 - ค. เหล็กฉาก
 - ง. เหล็กเอชบีเอ็ม (H Beam)
 - จ. เหล็กกล่อง
5. ท่อเหล็กอาบสังกะสี เหมาะสำหรับการใช้งานชนิดใด

ก. เฟอร์นิเจอร์	ข. คอนกรีตเสริมเหล็ก
ค. ทำเสาอาคารทั่วไป	ง. ท่อน้ำประปา ท่อระบายน้ำ
จ. โครงหลังคา	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. เหล็กชนิดใด เหมาะสำหรับทำเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง

- ก. เหล็กฉาก
- ข. เหล็กเพลาทิวแดง
- ค. เหล็กกล่องหนา
- ง. เหล็กท่อกลม
- จ. เหล็กท่ออบสังกะสี

7. การเชื่อมต่อโครงสร้างยานยนต์ งานต่อเรือ สะพาน ควรใช้เหล็กรูปพรรณชนิดใดจะเหมาะสมที่สุด

- ก. เหล็กเส้นกลม (Round Bars)
- ข. เหล็กท่อกลมดำ (Carbon Steel Tubes)
- ค. เหล็กแผ่นหรือเหล็กแผ่นดำ (Steel Plate)
- ง. เหล็กฉาก (Equal Angle)
- จ. เหล็กไวด์แฟรงค์ (Wide Flange Beam)

8. S45C SCM440 เป็นเกรดของเหล็กชนิดใดที่ใช้กันทั่วไปตามท้องตลาด

- ก. เหล็กฉาก
- ข. เหล็กเพลาชาว
- ค. เหล็กกล่องหนา
- ง. เหล็กท่อกลม
- จ. เหล็กเพลาทิวแดง

9. เหล็กเพลาชาว มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่าอะไร

- ก. Steel Square Bars
- ข. Light Lip Channel
- ค. Cold Drawn Bar
- ง. Carbon Steel Tubes
- จ. Ligh gage

10. กระจายแรงให้แป้นเกลียวในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกันของสลักเกลียวมีวิธีการใด

- ก. เมื่อขันสลักเกลียวต้องไม่ให้ยาวเกินแป้นเกลียว
- ข. เจาะรูให้โตกว่าสลักเกลียว 1 มิลลิเมตร
- ค. การใส่แหวนรองของการใช้งานสลักเกลียว
- ง. ไม่ควรใส่แหวนรอง
- จ. ช่วยให้สลักเกลียวแน่นขึ้น

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบกระดาศำตอบ ก่อนเรียน	หน้า ที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. จำแนกประเภทของมาตรฐานเหล็กได้
2. อธิบายมาตรฐานเหล็กระบบอเมริกาได้
3. อธิบายมาตรฐานเหล็กระบบเยอรมันได้
4. อธิบายมาตรฐานเหล็กระบบญี่ปุ่นได้



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

เหล็กกล้ารูปพรรณ

เหล็กกล้ารูปพรรณ (Steel Description) คือ เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิตออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และเหล็กรูปพรรณรีดเย็น

ข้อดีของเหล็กกล้ารูปพรรณ

1. มีกำลังต่อน้ำหนักสูงเหมาะในการก่อสร้างอาคารที่มีระยะช่วงที่ยาวมาก ๆ และอาคารสูง
2. มีสมบัติทางกลสม่ำเสมอ สามารถออกแบบงานสถาปัตยกรรมได้หลากหลาย เช่น ดัดโค้ง ทำโครงสร้างโปรง หรือทำส่วนยื่นได้มาก
3. มีความยืดหยุ่นสูง ลดการเสียรูปอย่างถาวร
4. มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ถ้าดูแลเหมาะสมและถูกต้อง
5. มีความเหนียว เปลี่ยนแปลงรูปร่างที่สูงก่อนการเสียหาย
6. ก่อสร้างได้ง่าย และรวดเร็ว
7. ก่อสร้างในที่จำกัดได้สะดวก ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะฝุ่น
8. สามารถรับแรงสั่นสะเทือนและแผ่นดินไหวได้ดีกว่าโครงสร้างระบบอื่น
9. ดัดแปลง ต่อเติม หรือรื้อไปสร้างใหม่ได้ ไม่ต้องทุบทิ้ง
10. สามารถนำวัสดุมาหมุนเวียนได้ 100%

ข้อเสียของเหล็กกล้ารูปพรรณ

1. มีค่าดูแลรักษาสูง หากออกแบบไม่เหมาะสมกับการใช้งาน
 2. มีค่าใช้จ่ายในการพ่นกันไฟ กำลังของเหล็กค่าลดลงมากในกรณีที่เกิดไฟไหม้และเหล็กเป็นสื่อนำความร้อนได้ดี
 3. เกิดการโก่งเดาะได้ง่าย ในองค์อาคารเหล็กที่รับแรงกดอัดและความเค้นสูง เนื่องจากเหล็กมีกำลังที่ค่อนข้างสูง
 4. อาจเสียหายโดยการล้า หากออกแบบไม่เหมาะสมและถูกใช้งานในที่อุณหภูมิต่ำและถูกแรงกระทำซ้ำ
 5. อาจเสียหายโดยการแตกหักแบบเปราะ เมื่อโครงสร้างเหล็กอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ
- เหล็กกล้ารูปพรรณ แต่ละประเภทจะมีลักษณะที่ต่างกัน ดังนี้

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน (Hot Rolled Structural Steel) มีทั้งเหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อนขนาดใหญ่ และเหล็กรูปพรรณรีดร้อนขนาดเล็ก ขนาดใหญ่จะมีความกว้างมากกว่า 200 มม. ขนาดเล็กจะมีความกว้างน้อยกว่า 200 มม. ด้วยกระบวนการหลอมและหล่อขึ้นรูปเป็นเหล็กแท่งในขั้นต้น จากนั้นใช้ความร้อนเพื่อทำการรีด โดยการลดขนาดและขึ้นรูปอีกครั้ง เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน มีการผลิตใช้งานใน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

ต่างประเทศมายาวนาน เนื่องจากผลิตได้รวดเร็ว และเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางรวมถึงประเทศไทยที่เริ่มมีโรงงานผลิตเพิ่มมากขึ้น เหล็กเหล่านี้มีหน้าตัดหลายประเภทและมีหลายเกรด (ชั้นคุณภาพ) รวมถึงมีมาตรฐานที่กำหนดโดยประเทศนั้น ๆ ด้วย อาทิ ASTM (มาตรฐานอเมริกา) JIS (มาตรฐานประเทศญี่ปุ่น) เป็นต้น เดิมส่วนใหญ่แล้วประเทศไทยนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันสามารถผลิต และกำหนดมาตรฐานเองภายในประเทศแล้ว ซึ่งได้แก่

1. เหล็กเส้นกลม (Round Bars)

สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กและงานก่ออิฐทั่วไป โดยใช้ในการเพิ่มความสามารถในการรับแรงกับโครงสร้าง โดยทั่วไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ เช่น RB6 (หมายถึง Round Bar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร, RB9, RB12, RB15, RB19, RB25 เนื่องจากผิวเหล็กที่มีลักษณะกลมเรียบจึงทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กกับคอนกรีตไม่ดีจึงต้องมีการร่องขอเพื่อที่จะสามารถถ่ายแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อพิจารณาเมื่อเลือกซื้อเหล็กเส้นกลม

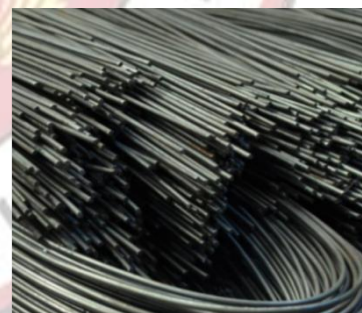
- ผิวของเหล็กต้องเรียบ เกลี้ยง ไม่มีลูกคลื่น ไม่มีปิก ไม่มีรอยแตก หน้าตัดต้องกลม ไม่เบี้ยว
- เส้นผ่านศูนย์กลางและน้ำหนักต้องถูกต้อง เช่น เหล็ก SR24 ขนาด 9 มม. เมื่อวัดเส้นผ่าศูนย์กลางต้องได้ 9 มม. น้ำหนักต้องได้ 0.499 กก./ 1 เมตร ความยาวทั้งเส้นตามมาตรฐานต้องยาว 10 เมตร เป็นต้น
- เมื่อตัดโค้งงอต้องไม่ปริแตกและหักง่าย
- เหล็กต้องไม่เป็นสนิมกินเข้าไปในเนื้อเหล็ก แต่หากเป็นสนิมบ้างบนผิวเหล็ก อาจเป็นเรื่องของสภาพ

อากาศของเมืองไทย ไม่ต้องกังวล

ลักษณะการใช้งานเหล็กเส้นกลม

- ใช้สำหรับงานก่อสร้างที่รับแรงไม่มากนัก
- ใช้ทำปลอกเสายาว 10 เมตร เป็นต้น
- ใช้สำหรับงานก่อสร้างที่รับแรงไม่มากนัก
- ไม่นิยมสำหรับงานยึดเกาะ เช่น ปูน เพราะเหล็กมีผิวเรียบมน ไม่เหมาะกับงานยึดเกาะ

ลักษณะของเหล็กเส้นกลม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเส้นกลม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 2	

2. เหล็กเส้นข้ออ้อย (Deformed Bars)

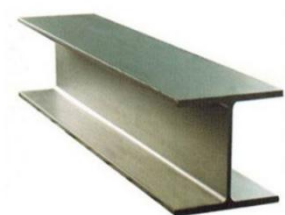
จัดเป็นเหล็กเส้นกลมเช่นกัน สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กและงานก่ออิฐทั่วไป เหล็กข้ออ้อยจะมีขนาดหน้าตัดประมาณตั้งแต่ 10 - 32 มิลลิเมตร เหล็กเส้นกลมผิวเรียบและเหล็กข้ออ้อย จะมีการใช้งานที่แตกต่างกันโดยจะใช้เหล็กข้ออ้อยเป็นหลักเนื่องจากรับแรงได้ดีกว่า และใช้เหล็กเส้นกลม ขนาดหน้าตัดเล็กกว่าเป็นเหล็กปลอกกรอบเหล็กข้ออ้อยเป็นระยะ ๆ สังเกตง่าย ๆ คือ ในเสาแนวตั้ง จะใช้เหล็กข้ออ้อยเป็นหลักยืน (ตั้งตลอดแนวเสา) และใช้เหล็กเส้นกลมเป็นเหล็กปลอกกรอบเหล็กยืนเป็นระยะ ๆ ในคานแนวนอน จะใช้เหล็กข้ออ้อยเป็นหลักนอน (ยาวตลอดแนวคาน) และใช้เหล็กเส้นกลมเป็นเหล็ก ปลอกกรอบเหล็กนอนเป็นระยะ ๆ โดยปกติจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาด เช่น DB10 (หมายถึง Deformed Bar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร) DB12, DB16, DB20, DB25, DB28, DB32 ผิวของเหล็กเส้นจะมีลักษณะเป็นปล้องเพื่อเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวให้เหล็กกับคอนกรีตมากขึ้นลักษณะของเหล็กเส้นกลม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะข้ออ้อย

3. เหล็กเอชบีม (H-Beam)

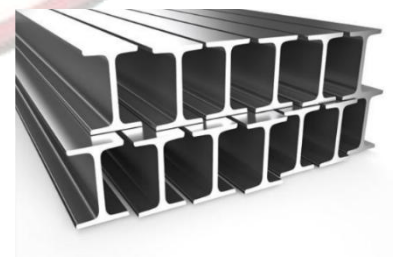
เหล็กเอชบีมเหมาะสำหรับงานโครงสร้างคาน เสา และโครงหลังคา เหล็กเอชบีม หรือเรียกว่า H-Beam ในภาษาอังกฤษ เป็นเหล็กรูปพรรณรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างเหล็กโดยเฉพาะและมีรูปร่างสวยงามในงานก่อสร้างอีกทั้งยังให้ความคงทนสูงเพราะมีความแข็งแรงมากลักษณะพิเศษของเหล็กเอชบีม คือ ความสูงจะเท่ากับความกว้าง (HXB) งานส่วนใหญ่สำหรับเหล็กชนิดนี้ คือ นำไปใช้เป็นโครงหลังคา เสา หรือคาน แทนการใช้เหล็กเส้นงานคอนกรีต เพราะให้น้ำหนักที่เบาและสร้างเสร็จรวดเร็ว สามารถรองรับน้ำหนักได้ดีมาก หากใช้ทำเสาหรืออาคารต่าง ๆ โดยไม่ต้องหล่อเสาปูนซึ่ง สามารถใช้แทนกันได้ และมีความยาวมากถึง 3 ขนาด คือ 6 เมตร 9 เมตรและ 12 เมตร ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและประหยัดเวลามากขึ้นลักษณะของเหล็กเอชบีม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเอชบีม

4. เหล็กไวด์แฟรงค์ (Wide Flange Beam)

เหล็กไวด์แฟรงค์มีลักษณะรูปทรงที่คล้ายกับเหล็กเอชบีม และเหล็กไอบีม แต่เหล็กไวด์แฟรงค์ จะมีความกว้างของแผ่นตรงกลางมากกว่าปีกทั้ง 2 ข้าง และมีขนาดบางกว่า แต่ยังคงความแข็งแรง ทนทาน สามารถรองรับน้ำหนักได้ดี เหมาะสำหรับการทำเสา คาน โครงหลังคา ลักษณะของเหล็กไวด์แฟรงค์ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเอชบีม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 3	

5. เหล็กไอบีม (I-Beam)

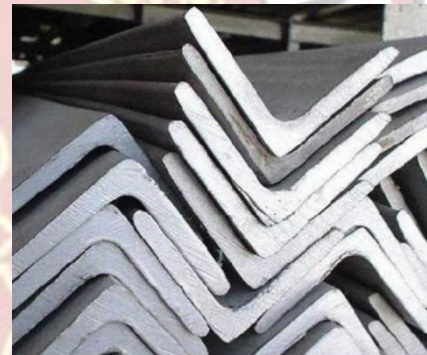
เหล็กไอบีม หรือที่เรียกกันแบบตรง ๆ เลยก็นี่คือ I-Beam ในภาษาอังกฤษ เป็นเหล็กรูปพรรณรีดร้อน สำหรับงาน โครงสร้างเหล็กโดยเฉพาะ และมีรูปร่างสวยงามในงานก่อสร้างอีกทั้งยังให้ความคงทนสูงเพราะมีความแข็งแรงมาก ลักษณะพิเศษของไอบีม ต่างจากโวด์แฟรงค์คือความแตกต่างของปีกเหล็กและโคนปีก โดยที่โคนจะมีความหนากว่าปีก สังเกตได้จากรัศมี R ของไอบีมจะมี 2 รัศมี การที่โคนเหล็กมีปีกหนา ทำให้การรับน้ำหนักการสั่นสะเทือนดี นิยมใช้ในการทำเครื่องจักร รางสำหรับเครนในโรงงานผลิต ลักษณะของเหล็กไอบีม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กไอบีม

6. เหล็กฉาก (Equal Angle)

เหล็กฉาก อยู่ในกลุ่มเหล็กรูปพรรณรีดร้อน ซึ่งมีด้านเท่ากัน 2 ด้าน โดยใช้ในงานตกแต่งส่วนใหญ่ เช่น ทำชั้น เชื่อมชั้นวางของต่าง ๆ หรือชั้นวางสินค้า เป็นต้น แต่ในงานโครงสร้างก็เป็นที่นิยมใช้ทำโครงสร้างหลังคาโดยจะใช้เหล็กฉากขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับงานโครงสร้างหลังคา เสาส่งไฟฟ้าแรงสูง เสาส่งวิทยุ เสาโทรศัพท์ เป็นต้น ลักษณะของเหล็กฉาก ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กไอบีม

7. เหล็กรางน้ำ (Channel)

เหล็กรางน้ำ เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน เหมาะสำหรับงานโครงสร้างบ้านหลังคาโรงงาน โครงข่ายโฆษณาขนาดใหญ่ เสาไฟฟ้าแรงสูงและงานโครงสร้างขนาดเล็กโดยทั่วไปลักษณะของเหล็กรางน้ำ เป็นรูปตัว U ขาสองข้างความหนาจะเท่ากัน เกรดเหล็กมีหลายขนาดให้เลือกตามลักษณะการใช้งานนิยมเรียกขนาดเป็นนิ้ว ตั้งแต่ขนาด 2 นิ้วขึ้นไปจนถึงขนาด 12 นิ้ว ความยาวปกติที่ใช้ทั่วไปคือ 6 เมตร เหมาะสำหรับทำคานรองรับส่วนต่าง ๆ เช่น บันได คานขอบนอก เป็นต้น ลักษณะของเหล็กรางน้ำ ดังแสดงในรูปที่



แสดงลักษณะเหล็กรางน้ำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 3	

8. เหล็กแผ่นหรือเหล็กแผ่นดํา (Steel Plate)

เหล็กแผ่นหรือเหล็กแผ่นดํา ทำจากเหล็กแผ่นม้วนคุณภาพสูงเป็นชนิดหนึ่งของเหล็กแผ่น เหล็กแผ่นดําจะมีลักษณะเป็นแผ่นสีเหลี่ยมผืนผ้า ผิวเรียบ มีหลายขนาดและความหนา การใช้งานเหล็กแผ่น สำหรับงานโครงสร้างทั่วไป การปูพื้นการเชื่อมต่อโครงสร้างยานยนต์ งานต่อเรือ สะพาน มีหลายขนาดและความหนาตามแต่การใช้งาน ลักษณะของเหล็กแผ่น ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กแผ่น

9. เหล็กเหล็กลม (Steel Round Bars)

เหล็กเหล็กลม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เหล็กเหล็กลมดํา บางครั้งเรียกว่า เหล็กหัวแดง (S45C) หรือเหล็กหัวฟ้า (SCM440) เพื่อแยกประเภทเกรดของเนื้อเหล็กเหล็กลมอีกชนิดหนึ่ง คือ เหล็กเหล็กลมขาว นิยมใช้สำหรับงานที่เน้นความกลม นำไปขึ้นรูปกลึงทำชิ้นงาน น็อต สกรู ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักร เหล็กลม เหล็กเครื่องจักร โดยเกรดที่ใช้กันทั่วไปตามท้องตลาด คือ SS400 S20C S45C SCM440 เหล็กเหล็กลมขาว มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Cold Drawn Bar ซึ่งเรียกตามการผลิตที่เกิดขึ้นจากการนำเหล็กเส้นกลมหรือเหล็กเหล็กลมดํา ไปดึงเย็นอีกครั้งหนึ่ง เหล็กที่ถูกนำไปดึงเย็นมาแล้วจะเปลี่ยนสมบัติทำให้เหล็กเปลี่ยนจากสีเทาดําเป็นสีเทาเงิน ๆ จึงเรียกว่าเหล็กเหล็กลมขาวตามลักษณะของเหล็ก เหล็กเหล็กลมขาวนี้จะมีคุณสมบัติแข็งแรงกว่าเหล็กเหล็กลมดํา แต่จะมีการยืดหยุ่นน้อยกว่า ลักษณะเหล็กเหล็กลม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเหล็กลม

10. เหล็กสี่เหลี่ยมตัน (Steel Square Bars)

เหล็กสี่เหลี่ยมตัน มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดแต่ละด้านเท่ากัน มีค่าทนทานเสียดสีสูง มีขนาดความหนาให้เลือกตั้งแต่ 10 - 75 มม. มีคุณสมบัติ แข็งแรง ทนทาน ถ่ายเทน้ำหนักได้ดีเยี่ยม

การนำไปใช้งาน

เหล็กสี่เหลี่ยมตัน (Steel Square Bars) เหมาะสำหรับงานโครงสร้างทั่ว ๆ ไป นิยมนำไปใช้ทำเหล็กดัดหน้าต่าง รั้ว เหล็กดัดกันขโมย ระเบียง เหล็ก ทำลูกศรแหลม และยังสามารถนำไปใช้ทำรางเข็น หรือรางรถไฟได้ หรืองานเครื่องจักร ทำชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามต้องการ ลักษณะเหล็กสี่เหลี่ยมตัน และการใช้งาน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กสี่เหลี่ยม



แสดงลักษณะการใช้งานเหล็กสี่เหลี่ยม

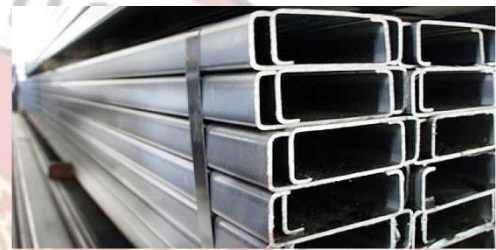
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 3	

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดเย็น

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดเย็น (Cold formed structural steel) คือ กระบวนการขึ้นรูป เหล็กกล้าที่มีลักษณะเป็นแผ่นในอุณหภูมิปกติ ซึ่งวัตถุดิบในการขึ้นรูป คือ เหล็กแผ่นรีดร้อนหรือเหล็กแผ่นชุบสังกะสี ซึ่งได้แก่

1. เหล็กตัวซี (Light Lip Channel)

เหล็กชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาแปรรูปด้วยขั้นตอนการรีดให้ได้สัดส่วน เหล็กตัวซีนั้นมีความยาวตามมาตรฐานคือ 6 เมตร ประโยชน์ของเหล็กตัวซีหลัก ๆ คือ จะใช้สำหรับงานทำโครงหลังคา แปหลังคา เสาค้ำยันที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก เป็นต้น ลักษณะเหล็กตัวซีดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กตัวซี

2. ท่อกลมดำ (Carbon Steel Tubes)

เหล็กท่อกลมดำ หรือที่นิยมเรียกกันว่าเหล็กท่อดำ แป็บดำ แป็บกลมผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นคุณภาพสูง ผ่านการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรประสิทธิภาพมาตรฐาน มีความยาว 6 เมตรต่อเส้น ท่อกลมดำใช้สำหรับเป็นท่อลำเลียง ท่อการประปา ท่อชลประทาน และใช้เป็นโครงสร้างทั่วไป มีลักษณะเป็นเหล็กท่อดำ เหล็กยาว มีความสามารถในการรับแรงดัน มีความแข็งแรงทนทาน แต่น้ำหนักเบา สะดวกในการเชื่อมต่อ ท่อกลมดำ นิยมนำไปใช้เป็นท่อน้ำสำหรับอาคารสูง งานขึ้นรูปโครงสร้างต่าง ๆ เพราะรูปท่ เหล็กกลมจึงทนต่อแรงลมแรงเสียดทานต่าง ๆ ได้ดี รวมถึงนำไปประยุกต์ใช้ในงานทั่วไป เช่น ร้อยท่อสายไฟ รื้อประตู หรืองานตกแต่งทั่วไป เหล็กท่อดำทุกขนาดสามารถนำไปชุบกัลวาไนซ์และสังกะสีได้ เพื่อความความแข็งแรงทนทานและมีความสวยงาม ใช้งานได้เป็นเวลานานไม่ทำให้เกิดสนิมและรอยแตกเวลาเชื่อม โดยทั่วไปขนาดวงนอกของท่อดำจะใหญ่กว่าวงใน ตามขนาดที่ระบุไว้ ลักษณะท่อกลมดำ ดังแสดงในรูป

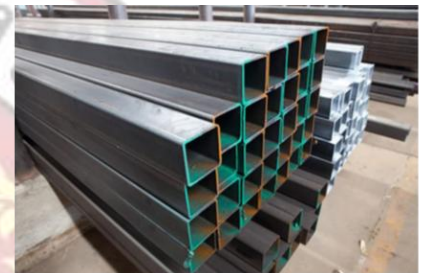


แสดงลักษณะท่อกลมดำ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 3	

3. เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม (Carbon Steel Square Tube)

เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมมีสองแบบ คือ เหล็กกล่องแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส และเหล็กกล่องแบนเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม (Carbon Steel Square Tube) เป็นเหล็กรูปพรรณ มักใช้ทำโครงสร้างรองรับน้ำหนักงานแปหลังคา งานประกอบทั่วไป งานเฟอร์นิเจอร์ มีขนาดมาตรฐานหลายขนาด บางครั้งเรียกในท้องตลาดว่า แป๊ปโปรงกล่อง เหล็กกล่อง เหล็กหลอดเหลี่ยม เหล็กรูปพรรณเหล่านี้นำมาทำโครงสร้างเสร็จได้รวดเร็วกว่างานคอนกรีต และทำให้ได้โครงสร้างที่มีช่วงกว้างกว่า และมีน้ำหนักเบากว่า เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม หรือ เหล็กแป๊ปโปรง (Square Steel Tube) เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม หรือ เหล็กแป๊ปโปรง (Square Steel Tube) เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาว 6 เมตรต่อเส้น มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยม มีมุมฉากที่เรียบคม ไม่มนได้มุมฉาก 90 องศา ผิวเรียบไม่หยาบ ขนาดต้องเท่ากันทุกเส้น เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม เหมาะสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปที่ไม่รับน้ำหนัก ลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม

เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน หรือเหล็กแป๊ปแบน (Rectangular Steel Tube)

เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน หรือเหล็กแป๊ปแบน (Rectangular Steel Tube) เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความยาว 6 เมตรต่อเส้น เหล็กแป๊ปแบน มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผิวเรียบไม่หยาบ ขนาดต้องเท่ากันทุกเส้น เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน เหมาะสำหรับงานก่อสร้างทั่วไปที่มีขนาดเล็กและขนาดกลาง ลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน

4. ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe)

ท่อเหล็กชุบสังกะสี คือ โดยนำเอาท่อดำไปชุบสังกะสี เพื่อป้องกันการเกิดสนิม ผุกร่อน แล้วยังมีความทนทาน และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าท่อเหล็กดำ ท่อเหล็กที่เคลือบสังกะสีนั้นนิยมใช้ในงานเกี่ยวกับที่มีการผุกร่อนของเหล็กสูง เช่น เครื่องจักรภายในโรงงาน อุตสาหกรรมโดยเฉพาะ โรงงานที่ผลิตเกี่ยวกับสารเคมีภัณฑ์ และสิ่งปลูกสร้างบริเวณริมทะเล ท่อเหล็กชุบสังกะสีนั้นจะมีราคาจำหน่ายที่สูง และมีต้นทุนการผลิตในราคาที่สูงกว่าท่อดำ การใช้งานเหมาะสำหรับงานน้ำประปาที่ระบายน้ำ ลักษณะท่อเหล็กอาบสังกะสี ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะท่อเหล็กอาบสังกะสี

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 3	

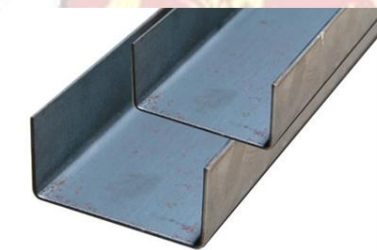
นอกจากเหล็กรูปพรรณที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมแล้ว ยังมีเหล็กรูปพรรณชนิดอื่น ๆ อีกที่นิยมใช้ เช่น เหล็กฉากพับ ท่อเฟอร์นิเจอร์ เหล็กรางพับ ท่อ API (ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งแก๊ส) เป็นต้น ลักษณะของเหล็กรูปพรรณอื่น ๆ ดังแสดงในรูป



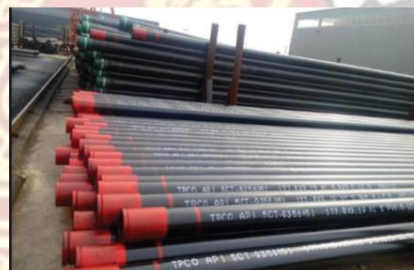
แสดงลักษณะฉากพับ



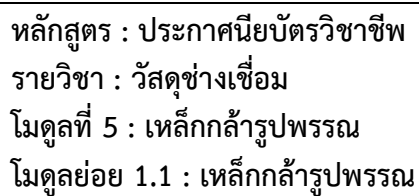
แสดงลักษณะท่อเฟอร์นิเจอร์



แสดงลักษณะเหล็กรางพับ



แสดงลักษณะท่อ API



แผ่นที่ : 1

หน้า
18

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

- ## 1. มาตรฐานหลักอุตสาหกรรมหมายถึงอะไร



2. SAE 5353 หมายถึงอะไร



3. AISI A 1025 หมายถึงอะไร

பி. வி. இ. சி.

4. มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) St 65 หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเฉลี่ย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลี่ยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรมหมายถึงอะไร

มาตรฐาน หมายถึง การควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกัน ประเทศต่าง ๆ จะต้องมีหน่วยงานขึ้นมา เพื่อรับผิดชอบในการกำหนดมาตรฐานขึ้น เพื่อจะใช้หลักเกณฑ์ให้หน่วยงานหรือโรงงานต่างๆ ได้ทำการผลิต วัสดุต่าง ๆ ให้ได้มาตรฐาน โดยสามารถนำไปใช้ทดแทนกันได้

2. SAE 5353 หมายถึงอะไร

หมายถึง SAE คือ ระบบมาตรฐานเหล็กอเมริกา
 5 คือ เหล็กกล้าผสมโครเมียม
 3 คือ มีปริมาณของโครเมียมที่ผสมอยู่ในเหล็ก 3%
 53 คือ มีปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็ก = $\frac{53}{100} = 0.53\%$

3. AISI A 1025 หมายถึงอะไร

หมายถึง AISI คือ ระบบมาตรฐานเหล็กประเทศอเมริกา
 A คือ เหล็กที่ผสมที่ผลิตจากเตา เบสเซเมอร์(Bessemer Furnace) ชนิดต่าง
 1 คือ เหล็กกล้าคาร์บอน
 0 คือ ไม่มีธาตุอื่นผสมอยู่
 25 คือ มีปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็ก = $\frac{25}{100} = 0.25 \%$

4. มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) St 65 หมายถึงอะไร

St คือ เหล็กกล้าคาร์บอน
 65 คือ สามารถทนต้านทานแรงดึงสูงสุด 60 กก./มม.²

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
 คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงเขียนภาพขั้นตอนมาตรฐานเหล็กเยอรมัน



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเกณฑ์การ ประเมินผลการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

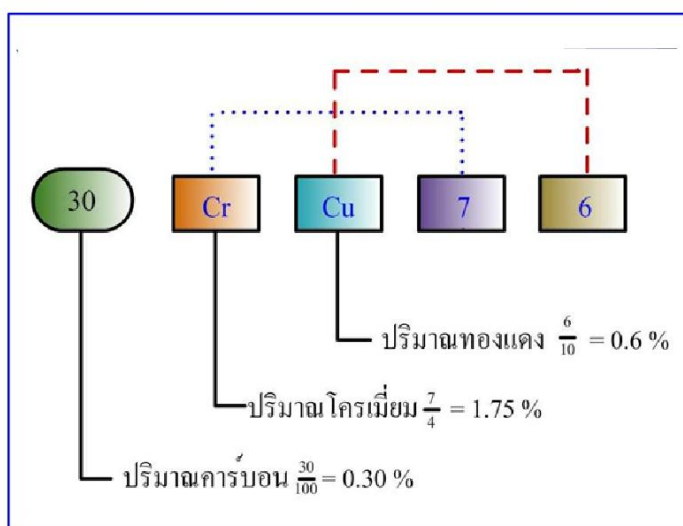
(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงเขียนภาพขั้นตอนมาตรฐานเหล็กเยอรมัน





ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 25
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. ในท้องตลาดนิยมเรียกเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมว่าเหล็กชนิดใด
 - ก. เหล็กเบา
 - ข. แป๊ปไร้ตะเข็บ
 - ค. ท่อจตุรัส
 - ง. ท่อเหล็กชุบสังกะสี
 - จ. แป๊ปโปรง
2. มาตรฐานเหล็กเส้นกลม (Round Bars) คือข้อใด
 - ก. GB 25
 - ข. RB 25
 - ค. DB 20
 - ง. BN 30
 - จ. EB 20
3. มาตรฐานเหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars) คือข้อใด
 - ก. GB 25
 - ข. RB 25
 - ค. EB 20
 - ง. BN 30
 - จ. DB 20
4. การทำเหล็กปลอกคานควรเลือกใช้เหล็กชนิดใดจึงจะเหมาะสม
 - ก. เหล็กเส้นกลม
 - ข. เหล็กข้ออ้อย
 - ค. เหล็กฉาก
 - ง. เหล็กเอชบีเอ็ม (H Beam)
 - จ. เหล็กกล่อง
5. ท่อเหล็กอบสังกะสี เหมาะสำหรับการใช้งานชนิดใด

ก. เฟอร์นิเจอร์	ข. คอนกรีตเสริมเหล็ก
ค. ทำเสาอาคารทั่วไป	ง. ท่อน้ำประปา ท่อระบายน้ำ
จ. โครงหลังคา	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 2	

6. เหล็กชนิดใด เหมาะสำหรับทำเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง

- ก. เหล็กฉาก
- ข. เหล็กเพลาทิวแดง
- ค. เหล็กกล่องหนา
- ง. เหล็กทอกลม
- จ. เหล็กท่ออบสังกะสี

7. การเชื่อมต่อโครงสร้างยานยนต์ งานต่อเรือ สะพาน ควรใช้เหล็กรูปพรรณชนิดใดจะเหมาะสมที่สุด

- ก. เหล็กเส้นกลม (Round Bars)
- ข. เหล็กทอกลมดำ (Carbon Steel Tubes)
- ค. เหล็กแผ่นหรือเหล็กแผ่นดำ (Steel Plate)
- ง. เหล็กฉาก (Equal Angle)
- จ. เหล็กไวด์แฟรงค์ (Wide Flange Beam)

8. S45C SCM440 เป็นเกรดของเหล็กชนิดใดที่ใช้กันทั่วไปตามท้องตลาด

- ก. เหล็กฉาก
- ข. เหล็กเพลาชาว
- ค. เหล็กกล่องหนา
- ง. เหล็กทอกลม
- จ. เหล็กเพลาทิวแดง

9. เหล็กเพลาชาว มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่าอะไร

- ก. Steel Square Bars
- ข. Light Lip Channel
- ค. Cold Drawn Bar
- ง. Carbon Steel Tubes
- จ. Ligh gage

10. กระจายแรงให้เป็นเกลียวในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกันของสลักเกลียวมีวิธีการใด

- ก. เมื่อขันสลักเกลียวต้องไม่ให้ยาวเกินแป้นเกลียว
- ข. เจาะรูให้โตกว่าสลักเกลียว 1 มิลลิเมตร
- ค. การใส่แหวนรองของการใช้งานสลักเกลียว
- ง. ไม่ควรใส่แหวนรอง
- จ. ช่วยให้สลักเกลียวแน่นขึ้น

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบกระดาคำตอบ หลังเรียน	หน้าที่ 27
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 5 : เหล็กกล้ารูปพรรณ โมดูลย่อย 1.1 : เหล็กกล้ารูปพรรณ	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 28
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 6

เรื่อง สลักเกลียว

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรอาชีวศึกษา (20103-2111) เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบูรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆ ที่ทำให้อาสาประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

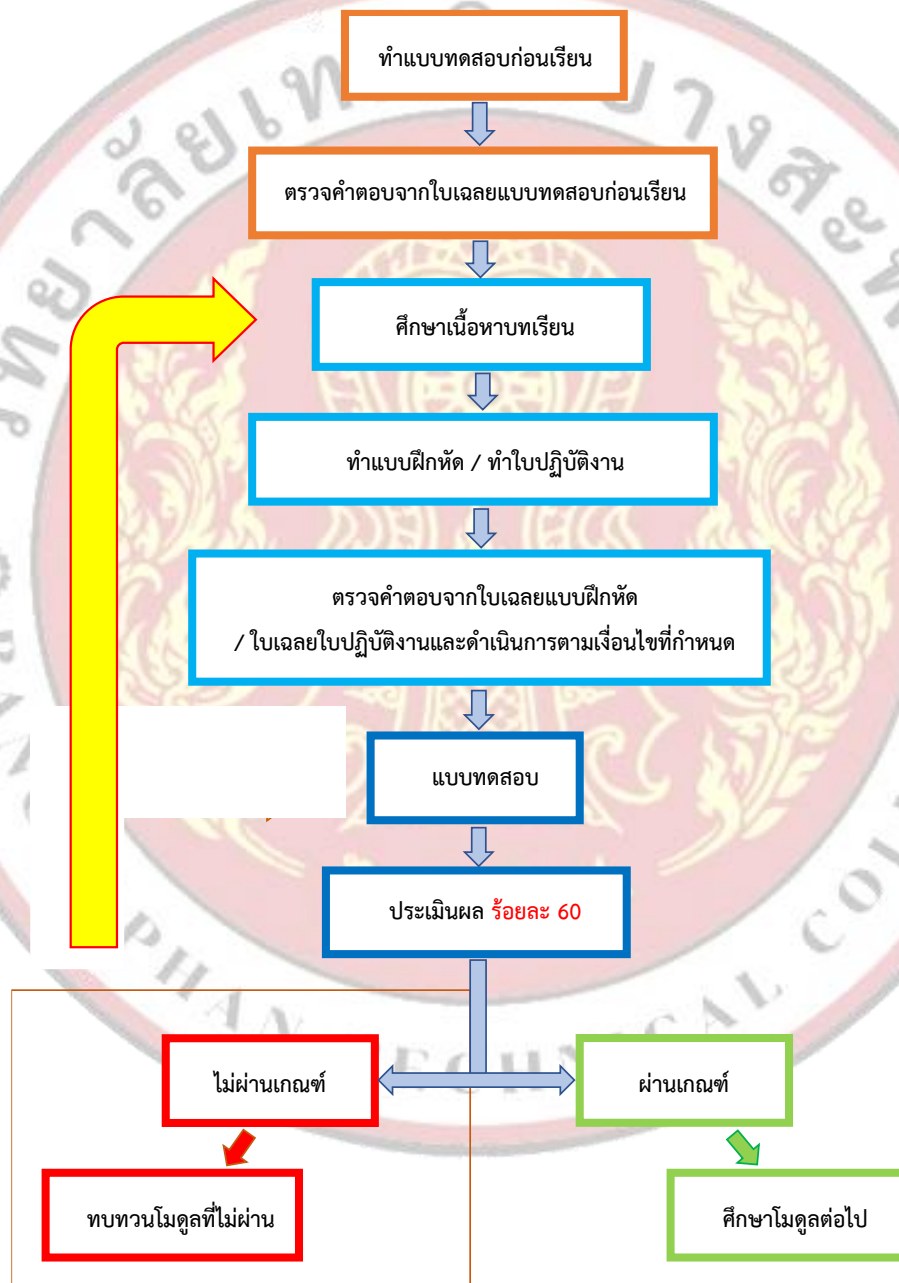
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	16
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	17
ใบปฏิบัติงาน	18
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	19
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	20
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	22
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	23
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	25
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	26

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม เป็น การควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกันมาตรฐานที่นิยมใช้มี 3มาตรฐานดังนี้ มาตรฐานเหล็กอเมริกา มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN) มาตรฐานเหล็กญี่ปุ่น (JIS)

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทเรียนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

มาตรฐานหลักอุตสาหกรรม เป็น การควบคุมคุณภาพของวัสดุต่าง ๆ ให้มีคุณสมบัติ ขนาด ให้เหมือนกันแม้จะผลิตมาจากสถานที่ต่างกันมาตรฐานที่นิยมใช้มี 3มาตรฐานดังนี้ มาตรฐานเหล็กอเมริกา มาตรฐานเหล็กเยอรมัน (DIN)มาตรฐานเหล็กญี่ปุ่น (JIS)

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถในการสลักเกลียว

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการสลักเกลียว



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- ในการใช้งานของสลักเกลียวที่พบกันบ่อยจะมีหัวเป็นลักษณะอย่างไร
 - 4 เหลี่ยม
 - หัวฝัง
 - 6 เหลี่ยม
 - 8 เหลี่ยม
 - หัวแฉก
- เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู เหมาะสมสำหรับใช้ในงานใด
 - ยึดผนังเบาในการกั้นห้อง
 - ยึดหลังคา Metal Sheet
 - ใช้งานทั่วไป
 - อุปกรณ์แม่แรงยกรถ
 - เกลียวของเพลลาของเครื่องกลึง
- การเจาะรูชิ้นงานที่จะสอดสลักเกลียวนั้นใหญ่เกินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Major Diameter) ของสลักเกลียวมากจนเกินไป เพราะผลมีอย่างไร
 - ขันเกลียวเพื่อคลายออกยาก
 - ขันเกลียวเข้าเพื่อให้แน่นยาก
 - จะทำให้การจับยึดนั้นแน่นมากเกินไป
 - จะทำให้การจับยึดนั้นไม่มั่นคงทำให้ขันหลวมหรือคลอนได้
 - ต้องใส่แป้นเกลียวมากกว่าปรกติอย่างน้อย 2 อันสลักเกลียวจึงจะแน่น
- กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นการจับยึดแบบใด
 - แบบไม่หลอมเหลว
 - แบบกึ่งอัตโนมัติ
 - แบบเย็น
 - แบบชั่วคราว
 - แบบถาวร
- เกลียวตัวผู้หรือเรียกอีกชื่อว่าอะไร
 - เกลียวใน
 - เกลียวนอก
 - เกลียวขวา
 - เกลียวซ้าย
 - เกลียวผสม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. เกลียวซ้าย มีลักษณะการใช้งานอย่างไร

- ก. เกลียวที่ถ้าต้องการหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาต้องใช้ประแจแอล
- ข. เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น
- ค. เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้หลวม
- ง. เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น
- จ. เกลียวที่ถ้าต้องการหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาต้องใช้ประแจเลื่อน

7. Minor Diameter คือขนาดที่วัดจากส่วนใดของเกลียว

- ก. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวในก็ตาม
- ข. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวใน
- ค. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ที่เป็นเกลียวนอก
- ง. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ที่เป็นเกลียวใน
- จ. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของเกลียว เป็นเกลียวนอก

8. ถ้าต้องการยึดสลักเกลียวเพียงชิ้นเดียวกับชิ้นงาน ความยาวของเกลียวบนตัวสลักเกลียว เมื่อขันลงไปจนสุดแล้วจะต้องเหลือที่ว่างระหว่างเกลียวนอกและเกลียวในต้องเผื่อความยาวเท่าไร

- ก. ประมาณ 1 เท่าของระยะ pitch
- ข. ประมาณ 1-2 เท่าของระยะ pitch
- ค. ประมาณ 2-3 เท่าของระยะ pitch
- ง. ประมาณ 3-4 เท่าของระยะ pitch
- จ. ประมาณ 4-5 เท่าของระยะ pitch

9. เกลียวของเพลของเครื่องกลึง เป็นเกลียวชนิดใด

- ก. เกลียวแบบ Buttress
- ข. เกลียวแบบ Unified
- ค. เกลียวแบบ Metric
- ง. เกลียวแบบ Suare
- จ. เกลียวแบบ ACME

10. สกรู มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. เป็นวัสดุสำหรับการยึดหรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้เกลียวและแป้นเกลียว
- ข. เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับประสานให้โลหะติดกัน โดยมีกาวช่วยในการประสานให้ติดแน่น
- ค. เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับยึดชิ้นงานชนิดเดียวกันให้ติดกัน ใช้งานง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย
- ง. เป็นวัสดุที่จำเป็นสำหรับการยึดหรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้เกลียว
- จ. เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับยึดให้ชิ้นงานติดกันแบบถาวร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบกระดาคำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายประเภทของสลักเกลียว
2. อธิบายส่วนประกอบของสลักเกลียว
3. อธิบายใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

ลักษณะของสลักเกลียว

การจับยึดชิ้นงานอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การจับยึดแบบถาวร และการจับยึดแบบชั่วคราว สลักเกลียวเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานเช่นเดียวกัน เป็นการจับยึดแบบชั่วคราว ซึ่งสลักเกลียวหรือโบลต์ (Bolt) นั้น จัดอยู่ในประเภทการจับยึดแบบชั่วคราว



แสดงลักษณะสลักเกลียวและแป้นเกลียว

ส่วนประกอบของสลักเกลียว

สลักเกลียวจะมีส่วนต่าง ๆ อยู่หลายส่วนด้วยกัน แต่ละส่วนจะเรียกชื่อให้เข้าใจได้ตรงกันตามมาตรฐาน ซึ่งส่วนต่าง ๆ ชื่อเรียกดังต่อไปนี้

- เกลียวนอก (External Thread) หรือบางครั้งเรียกว่า เกลียวตัวผู้ จะมีลักษณะเป็นเกลียวที่อยู่บนผิวนอกของทรงกระบอก

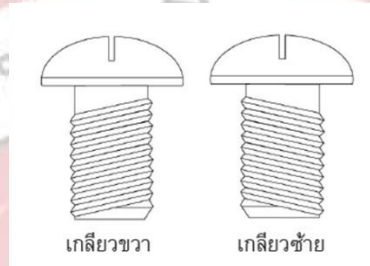
- เกลียวใน (Internal Thread) หรือบางครั้งเรียกว่า เกลียวตัวเมีย จะมีลักษณะเป็นเกลียวที่อยู่บนผิวภายในของรู สำหรับเกลียวของสลักเกลียวจะมี 2 แบบ ดังนี้

1. เกลียวขวา (Right - hand thread) คือ เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น เกลียวชนิดนี้จะพบเห็นได้บ่อยที่สุดในชีวิตประจำวัน เพราะถ้าผู้เรียนลองทบทวนดูจะพบว่าทุกครั้งที่เราต้องการจะขันสกรูให้แน่น เราก็จะบิดมันในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเสมอ ลักษณะของเกลียวขวาได้

2. เกลียวซ้าย (Left - hand thread) คือ เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น เกลียวชนิดนี้จะพบเห็นได้ไม่บ่อยนัก แต่อุปกรณ์ที่สามารถพบว่ามีเกลียวซ้ายอยู่ด้วยก็คือ Turnbuckle อุปกรณ์ชนิดนี้จะมีทั้งเกลียวซ้ายและเกลียวขวาอยู่ในตัวเอง ดังนั้นเมื่อจับส่วนตรงกลางหมุนแล้ว

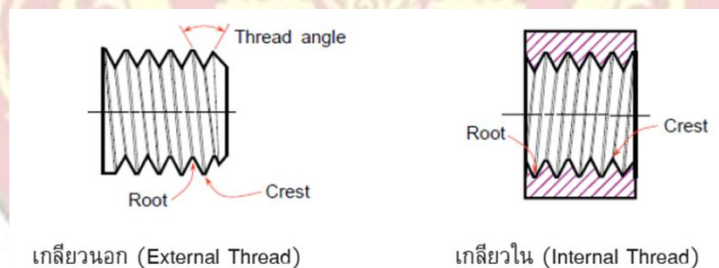
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

การหมุนนั้นจะทำให้เกิดการหมุนตามเข็มนาฬิกาและหมุนทวนเข็มนาฬิกากับเกลียวอีกด้านหนึ่งเสมอ ซึ่งจะทำให้เกลียวทั้งสองด้านนั้นเคลื่อนที่เข้าหากันหรือออกจากกันได้ ลักษณะเกลียว ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของเกลียว

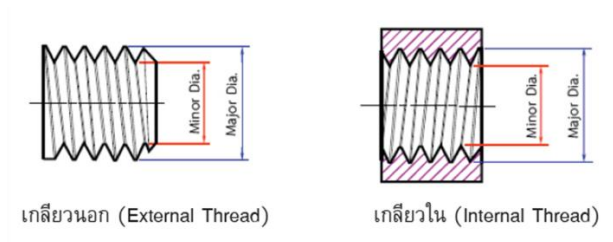
- ยอดเกลียว (Crest) คือ ส่วนที่เป็นขอบสูงสุดของเกลียว
 - ฐานเกลียว (Root) คือ ส่วนที่ต่ำสุดของเกลียวเมื่อเกลียวนั้นอยู่บนผิวทรงกระบอก
 - มุมของเกลียว (Thread Angle) มุมระหว่างผิวของเกลียวที่อยู่ติดกัน
- ลักษณะของยอดเกลียว ฐานเกลียว และมุมของเกลียว ดังแสดงในรูป



แสดงโครงสร้างของเกลียว

- Major Diameter คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวในก็ตาม

- Minor Diameter คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวในก็ตาม ลักษณะของ Major Diameter และ Minor Diameter ดังแสดงในรูป

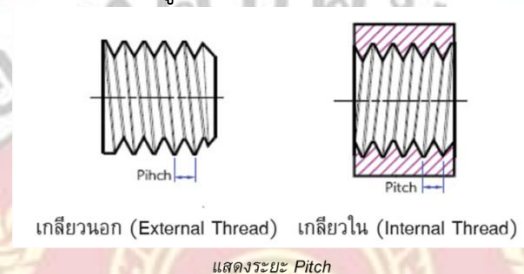


แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียว

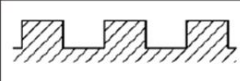
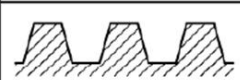
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

ส่วนประกอบของสลักเกลียว

- Pitch คือ ระยะระหว่างยอดเกลียวไปยังยอดเกลียวถัดไป
 - Lead คือ ระยะที่เกลียวเคลื่อนที่ไปเมื่อหมุนเกลียวครบ 1 รอบ
- ลักษณะของระยะ Pitch ดังแสดงในรูป



- รูปร่างของเกลียว (Thread Form) รูปร่างลักษณะของเกลียวนั้นมีหลายแบบด้วยกัน ซึ่งในแต่ละแบบจะใช้งานที่ต่างกัน ลักษณะของเกลียวและการใช้งาน

ชนิดเกลียว	รูปร่างเกลียว	การใช้งาน
Unied		ใช้งานทั่วไป
Metric		ใช้งานทั่วไป
Suare		เกลียวสี่เหลี่ยม มีความแข็งแรงมากเหมาะกับงานที่ต้องส่งกำลังมาก ๆ ส่วนมากจะใช้อยู่เครื่องจักร หรือพวกปากกาจับชิ้นงาน
ACME		เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นเกลียวที่เหมาะสมสำหรับการส่งกำลังขับเคลื่อน เพราะมีความแข็งแรงมากกว่าเกลียวสามเหลี่ยม ส่วนใหญ่จะนำไปใช้กับ เกลียวปากกาจับชิ้นงาน หรือเกลียวของเพลาของเครื่องกลึง
Buttress		เป็นเกลียวที่เคลื่อนที่ได้ทิศทางเดียว อีกทิศทางจะเคลื่อนที่ยาก เป็นการป้องกันการรูดของเกลียว เกลียวประเภทนี้เหมาะกับการใช้กับงานที่ส่งกำลังที่ต้องการความปลอดภัย เช่น อุปกรณ์แม่แรงยกหรือของหนัก เพราะจะปลอดภัยกว่าชนิดอื่นๆ มีมุมรวมยอดเกลียว 30+3 องศา รวมเป็น 33 องศา

เรามักจะเรียกสลักเกลียวและแป้นเกลียวรวม ๆ ว่า นอต อยู่เสมอ ซึ่งจริง ๆ แล้วสลักเกลียวหรือที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า โบลต์ (Bolt) นั้นจะเป็นชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก โดยที่ผิวทรงกระบอกนั้นมีเกลียวอยู่และมีส่วนที่เป็นหัวด้วย และรูปร่างของหัวที่พบบ่อย ๆ หัวหกเหลี่ยม ส่วนแป้นเกลียวหรือนัต (Nut) นั้นจะมีลักษณะคล้ายกับหัวหกเหลี่ยมของโบลต์ แต่บริเวณตรงกลางจะเจาะรูและทำเกลียวใน ลักษณะของสลักเกลียวและแป้นเกลียว ดังแสดงไว้ในรูป



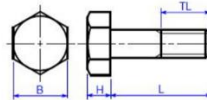
แสดงสลักเกลียวและแป้นเกลียว

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 3	

ส่วนประกอบของสลักเกลียว

ขนาดของสลักเกลียวและแป้นเกลียวผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ตามมาตรฐาน ที่ผลิตอยู่ในท้องตลาด ซึ่งการเลือกใช้งานสามารถเลือกได้ตามตาราง

Unit: mm.		
Size	H	B
M3	2	5.5
M4	2.8	7
M5	3.5	8
M6	4	10
M8	5.5	13
M10	7	17
M12	8	19
M16	10	24
M20	13	30



แสดงขนาดของสลักเกลียว

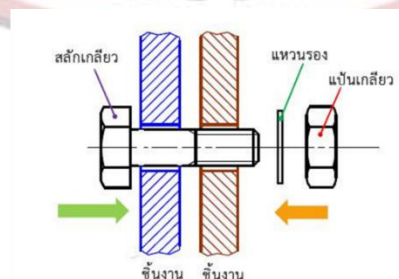
Unit: mm.

Size	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
B	4	5	5.5	7	8	10	13	17	19	24	30	36
H	1.6	2	2.4	3.2	4	5	6.5	8	10	13	16	19

แสดงขนาดของแป้นเกลียว

การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว

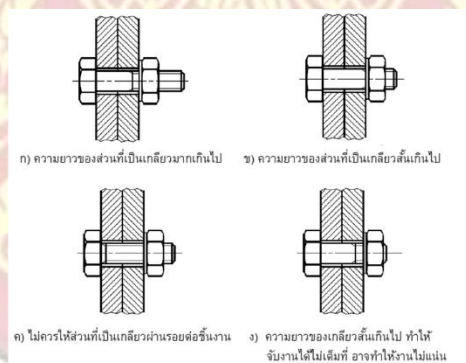
การใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวในการจับยึดชิ้นส่วนสองชิ้นเข้าด้วยกัน การจับยึดชิ้นส่วนเข้าด้วยกันโดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวนั้น จะต้องเจาะรูบนชิ้นส่วนทั้งสองก่อน ซึ่งโดยปกติแล้วจะเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดของ Major Diameter ของสลักเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้สามารถสอดสลักเกลียวผ่านชิ้นงานเหล่านั้นไปได้โดยสะดวก เมื่อสอด สลักเกลียวไปแล้ว ก่อนที่จะล็อกชิ้นงานด้วยแป้นเกลียวก็จะนิยมสวมแหวนรอง (Washer) เข้าไปก่อน จากนั้นขันแป้นเกลียวเข้าไปจนสุดเพื่อล็อกชิ้นงานทั้งสองเข้าด้วยกัน แหวนรองที่ใส่เข้าไบนั้นจะช่วยแป้นเกลียวในการกระจายแรงที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกันทำให้การจับยึดนั้นดีขึ้น ลักษณะการจับยึดสลักเกลียวเข้ากับชิ้นงาน ดังแสดงในรูป



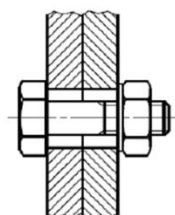
แสดงการจับยึดสลักเกลียวเข้ากับชิ้นงาน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 3	

ในการใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียวที่ถูกต่อนั้น ควรเลือกความยาวในส่วนลำตัวของสลักเกลียวให้เหมาะสมไม่ยาวเกินความจำเป็นหรือสั้นจนเกินไป จนทำให้แป้นเกลียวไม่สามารถขันได้จนเต็มเกลียว ซึ่งความยาวที่เหมาะสมก็คือ ยาวเลยแป้นเกลียวเมื่อขันแป้นเกลียวจนแ ประมาณ 3 - 4 เท่าของระยะ Pitch ส่วนความยาวของเกลียวนั้นก็ควรมากพอ โดยเผื่อระยะให้ลึกเข้าไปในชิ้นงานเล็กน้อยประมาณ 2 - 3 เท่าของระยะ Pitch เพื่อให้แน่ใจได้ว่าเรามีเกลียวเหลือพอที่จะขันแป้นเกลียวให้แน่นได้ ข้อแนะนำในการใช้งานสลักเกลียวกับแป้นเกลียวข้อต่อไป ก็คือ ไม่ควรให้ส่วนที่เป็นเกลียวบนลำตัวของสลักเกลียวนั้นผ่านบริเวณที่เป็นรอยต่อของชิ้นงานที่มาประกอบกัน เพราะส่วนที่เป็นเกลียวบนลำตัวของสลักเกลียวนั้นจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าบริเวณที่ไม่ได้ทำเกลียว จึงไม่เหมาะที่จะนำมารับแรงเฉือน ณ บริเวณรอยต่อของชิ้นงานที่สำคัญ ก็คือ ไม่ควรเจาะรูของชิ้นงานที่จะสอดสลักเกลียวนั้นใหญ่เกินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Major Diameter) ของสลักเกลียวมากจนเกินไป เพราะจะทำให้การจับยึดนั้นไม่มั่นคง ทำให้ชิ้นหลวมหรือคลอนได้ ซึ่งถ้าจะให้การจับยึดมั่นคงก็ต้องเลือกใช้สลักเกลียวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ตามรูที่เจาะด้วย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับขนาดของสลักเกลียวที่ใหญ่และยาวเกินความจำเป็น ตัวอย่างของการใส่สลักเกลียวไม่เหมาะสม ดังแสดงในรูป



แสดงตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียว

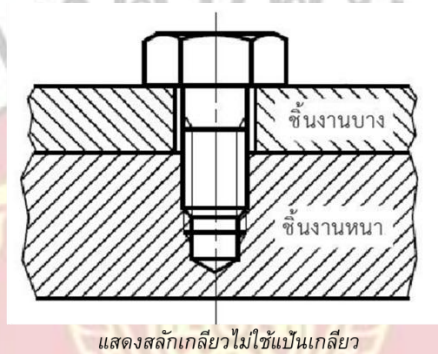


จ) ขนาดรูเจาะใหญ่เกินไปทำให้ชิ้นงานไม่มั่นคง

แสดงตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียว

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 3	

ในบางงานเราอาจจะใช้สลักเกลียวเพียงชิ้นเดียวในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกัน เช่น กรณีที่ชิ้นงานหนึ่งมีความหนาแน่นมาก ๆ ไม่สะดวกต่อการเจาะรูให้ทะลุหรือไม่มีพื้นที่สำหรับใช้แป้นเกลียวในการจับยึดที่ปลายอีกด้านหนึ่ง เป็นต้น ดังแสดงในรูป



จากรูปจะเห็นว่า การจับยึดที่ถูกต้องนั้น รูเจาะที่เจาะเพื่อทำเกลียวในของชิ้นงานหนา จะต้องมีความลึกมากกว่าความลึกของเกลียวในที่จะทำส่วนความยาวของเกลียวบนตัวสลักเกลียวนั้น เมื่อขันลงไปจนสุดแล้วจะต้องเหลือที่ว่างระหว่างเกลียวนอกและเกลียวในอีกเล็กน้อยประมาณ 2-3 เท่า ของระยะ pitch และความยาวของเกลียวก็ต้องยาวเลยเข้ามาในชิ้นงานชิ้นที่บาง ประมาณ 2-3 เท่า ของระยะ pitch อีกเช่นเดียวกันสำหรับชิ้นงานบางนั้น เราจะเจาะรูธรรมดาไม่ต้องทำเกลียวใน เพียงแต่รูที่เจาะนั้นจะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้สวมผ่านลงไปได้โดยสะดวก ตัวอย่างการใช้สลักเกลียวในการจับยึดชิ้นงานที่ไม่เหมาะสม ดังแสดงในรูป



แสดงการใช้สลักเกลียวยึดชิ้นงานไม่เหมาะสม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. ลักษณะของสลักเกลียวหมายถึงอะไร

2. ส่วนประกอบของสลักเกลียวหมายถึงอะไร

3. รูปร่างของเกลียว หมายถึงอะไร

4. การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว หมายถึงอะไร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลักษณะของสลักเกลียวหมายถึงอะไร

การจับยึดชิ้นงานอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การจับยึดแบบถาวร และการจับยึดแบบชั่วคราว สลักเกลียวเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานเช่นเดียวกัน เป็นการจับยึดแบบชั่วคราว ซึ่งสลักเกลียวหรือโบลต์ (Bolt) นั้น จัดอยู่ในประเภทการจับยึดแบบชั่วคราว

2. ส่วนประกอบของสลักเกลียวหมายถึงอะไร

สลักเกลียวจะมีส่วนต่าง ๆ อยู่หลายส่วนด้วยกัน แต่ละส่วนจะเรียกชื่อให้เข้าใจได้ตรงกันตามมาตรฐาน ซึ่งส่วนต่าง ๆ ชื่อเรียก

3. รูปร่างของเกลียว หมายถึงอะไร

รูปร่างลักษณะของเกลียวนั้นมีหลายแบบด้วยกัน ซึ่งในแต่ละแบบจะใช้งานที่ต่างกัน ลักษณะของเกลียวและการใช้งาน

4. การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว หมายถึงอะไร

การใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวในการจับยึดชิ้นส่วนสองชิ้นเข้าด้วยกัน การจับยึดชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน โดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวนั้น จะต้องเจาะรูบนชิ้นส่วนทั้งสองก่อน ซึ่งโดยปกติแล้วจะเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดของ Major Diameter ของสลักเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้สามารถสอดสลักเกลียวผ่านชิ้นงานเหล่านั้นไปได้โดยสะดวก เมื่อสอด สลักเกลียวไปแล้ว ก่อนที่จะล็อกชิ้นงานด้วยแป้นเกลียว ก็จะมีนิยมนวมแหวนรอง (Washer) เข้าไปก่อน จากนั้นขันแป้นเกลียวเข้าไปจนสุดเพื่อล็อกชิ้นงานทั้งสองเข้าด้วยกัน แหวนรองที่ใส่เข้าไบนั้นจะช่วยแป้นเกลียวในการกระจายแรงที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกันทำให้การจับยึดนั้นดีขึ้น

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงบอกบอกลักษณะการใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเกณฑ์การ ประเมินผลการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

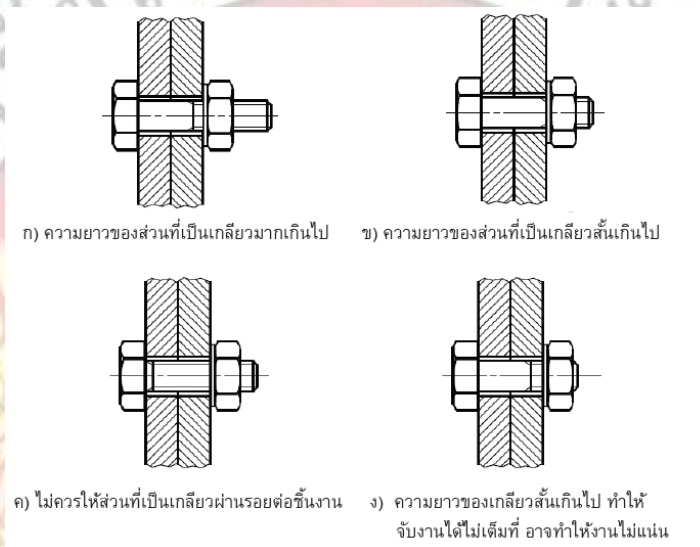
(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงบอกบอกลักษณะการใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว





ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- ในการใช้งานของสลักเกลียวที่พบกันบ่อยจะมีหัวเป็นลักษณะอย่างไร
 - 4 เหลี่ยม
 - หัวฝัง
 - 6 เหลี่ยม
 - 8 เหลี่ยม
 - หัวแฉก
- เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู เหมาะสมสำหรับใช้ในงานใด
 - ยึดผนังเบาในการกันห้อง
 - ยึดหลังคา Metal Sheet
 - ใช้งานทั่วไป
 - อุปกรณ์แม่แรงยกรถ
 - เกลียวของเพลลาของเครื่องกลึง
- การเจาะรูชิ้นงานที่จะสอดสลักเกลียวนั้นใหญ่เกินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Major Diameter) ของสลักเกลียวมากเกินไป เพราะผลมีอย่างไร
 - ขันเกลียวเพื่อคลายออกยาก
 - ขันเกลียวเข้าเพื่อให้แน่นยาก
 - จะทำให้การจับยึดแน่นแน่นมากเกินไป
 - จะทำให้การจับยึดนั้นไม่มั่นคงทำให้ชิ้นหลวมหรือคลอนได้
 - ต้องใส่แป้นเกลียวมากกว่าปรกติอย่างน้อย 2 อันสลักเกลียวจึงจะแน่น
- กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นการจับยึดแบบใด
 - แบบไม่หลอมเหลว
 - แบบกึ่งอัตโนมัติ
 - แบบเย็น
 - แบบชั่วคราว
 - แบบถาวร
- เกลียวตัวผู้หรือเรียกอีกชื่อว่าอะไร
 - เกลียวใน
 - เกลียวนอก
 - เกลียวขวา
 - เกลียวซ้าย
 - เกลียวผสม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 2	

6. เกลียวซ้าย มีลักษณะการใช้งานอย่างไร

- ก. เกลียวที่ถ้าต้องการหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาต้องใช้ประแจแอล
- ข. เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น
- ค. เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้หลวม
- ง. เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น
- จ. เกลียวที่ถ้าต้องการหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาต้องใช้ประแจเลื่อน

7. Minor Diameter คือขนาดที่วัดจากส่วนใดของเกลียว

- ก. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวในก็ตาม
- ข. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวใน
- ค. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ที่เป็นเกลียวนอก
- ง. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ที่เป็นเกลียวใน
- จ. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของเกลียว เป็นเกลียวนอก

8. ถ้าต้องการยึดสลักเกลียวเพียงชิ้นเดียวกับชิ้นงาน ความยาวของเกลียวบนตัวสลักเกลียว เมื่อขันลงไปจนสุดแล้วจะต้องเหลือที่ว่างระหว่างเกลียวนอกและเกลียวในต้องเผื่อความยาวเท่าไร

- ก. ประมาณ 1 เท่าของระยะ pitch
- ข. ประมาณ 1-2 เท่าของระยะ pitch
- ค. ประมาณ 2-3 เท่าของระยะ pitch
- ง. ประมาณ 3-4 เท่าของระยะ pitch
- จ. ประมาณ 4-5 เท่าของระยะ pitch

9. เกลียวของเพลลาของเครื่องกลึง เป็นเกลียวชนิดใด

- ก. เกลียวแบบ Buttress
- ข. เกลียวแบบ Unified
- ค. เกลียวแบบ Metric
- ง. เกลียวแบบ Suare
- จ. เกลียวแบบ ACME

10. สกรู มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. เป็นวัสดุสำหรับการยึดหรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้เกลียวและแป้นเกลียว
- ข. เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับประสานให้โลหะติดกัน โดยมีกาวช่วยในการประสานให้ติดแน่น
- ค. เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับยึดชิ้นงานชนิดเดียวกันให้ติดกัน ใช้งานง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย
- ง. เป็นวัสดุที่จำเป็นสำหรับการยึดหรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้เกลียว
- จ. เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับยึดให้ชิ้นงานติดกันแบบถาวร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบกระดาศำตอบ หลังเรียน	หน้าที 25
		แผ่นที่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชือ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นัคคึษา.....

ชือ	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชือ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 6 : สลักเกลียว โมดูลย่อย 1.1 : สลักเกลียว	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 7

เรื่อง สกรู

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรอาชีวศึกษา (20103-2111) เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบูรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆ ที่ทำให้อาสาประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

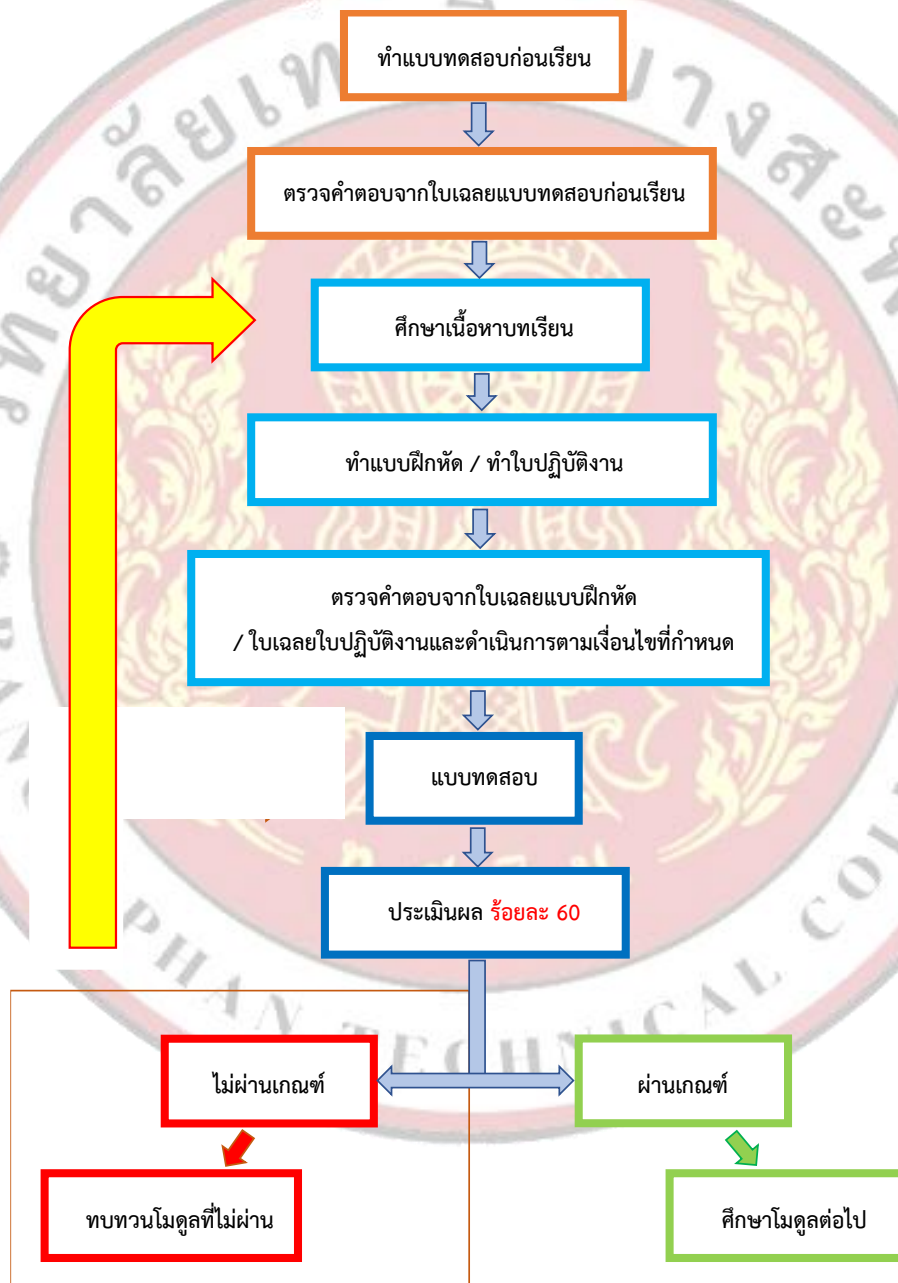
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	16
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	17
ใบปฏิบัติงาน	18
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	19
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	21
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	22
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	23
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	25
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	26

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 สกรู เป็นวัสดุที่จำเป็นอย่างมาก มีหลากหลายชนิดและรูปแบบให้เลือกใช้งานตามลักษณะของงานและความเหมาะสม สกรุนี้อุตเป็นวัสดุที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการยึด หรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกัน ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น งานด้านอุตสาหกรรม สินค้า หรือติดตั้งงานประเภทต่าง ๆ เป็นต้น สกรู เป็นโลหะทรงกระบอกปลายข้างหนึ่งมีหัวเป็นลักษณะต่าง ๆ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นเกลียวสำหรับยึดชิ้นส่วนให้ติดกันโดยไม่จำเป็นต้องใช้แป้นเกลียว

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทเรียนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

สกรู เป็นวัสดุที่จำเป็นอย่างมาก มีหลากหลายชนิดและรูปแบบให้เลือกใช้งานตามลักษณะของงานและความเหมาะสม สกรูนี้ถือเป็นวัสดุที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการยึด หรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกัน ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น งานด้านอุตสาหกรรม สินค้า หรือติดตั้งงานประเภทต่าง ๆ เป็นต้น สกรู เป็นโลหะทรงกระบอกปลายข้างหนึ่งมีหัวเป็นลักษณะต่าง ๆ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นเกลียวสำหรับยึดชิ้นส่วนให้ติดกันโดยไม่จำเป็นต้องใช้แป้นเกลียว

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถในการใช้สกรู

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการใช้สกรู



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- สกรูชนิดใดใช้สำหรับยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทเข้ากับแป้นไม้
 - หัวรุ่มแฉก
 - หัวกลมผ่า
 - หัวหกเหลี่ยม(เกลียวเต็ม)
 - หัวหกเหลี่ยมติดแหวน
 - หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน
- สกรูชนิดใดใช้สำหรับยึดสำหรับงานเครื่องยนต์ เครื่องจักร งานประปา
 - หัวรุ่มแฉก
 - หัวกลมผ่า
 - หัวหกเหลี่ยม(เกลียวเต็ม)
 - หัวหกเหลี่ยมติดแหวน
 - หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน
- สกรูชนิดใดใช้สำหรับชิ้นงานที่เป็นไม้ พลาสติก และแผ่นโลหะบาง ๆ

ก. หัวรุ่มแฉก	ข. หัวกลมผ่า
ค. หัวแบน/หัวเทเปอร์ (Flat)	ง. หัวหกเหลี่ยมติดแหวน
จ. หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน	
- ส่วนประกอบใดช่วยในการป้องกันการรั่วซึมของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีทกับโครงเหล็ก
 - แหวนยาง
 - แหวนเหล็ก
 - แหวนพลาสติกแข็ง
 - ซิลิโคนแผ่น
 - กาวยาง
- หัวสกรู ของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีทกับโครงเหล็กมีทำหน้าที่อย่างไร
 - ลบคมรูสกรูเพื่อป้องกันการทำลายชั้นเคลือบสกรู
 - ช่วยคว้านและยกขอบรูสกรูป้องกันน้ำไหลย้อน
 - เจาะรูโครงที่ยึดแผ่น
 - ป้องกันการรั่วซึม
 - ขยายรูสกรู

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. จากรูป สกรูใช้สำหรับยึดส่วนใดของหลังคาเมทัลชีส



- | | |
|-----------------------|-------------------|
| ก. สกรูยึดสันลอน | ข. สกรูยึดท้องลอน |
| ค. สกรูยึดแผ่นทับซ้อน | ง. สกรูยึดแปไม้ |
| จ. สกรูยึดคัลิป | |

7. จากรูป สกรูใช้สำหรับยึดส่วนใดของหลังคาเมทัลชีส



- | | |
|-----------------------|-------------------|
| ก. สกรูยึดสันลอน | ข. สกรูยึดท้องลอน |
| ค. สกรูยึดแผ่นทับซ้อน | ง. สกรูยึดแปไม้ |
| จ. สกรูยึดคัลิป | |

8. จากรูป สกรู เหมาะสำหรับยึดชิ้นงานกับวัสดุชนิดใด



- | | |
|---------------------------|-------------------|
| ก. ยึดกับไม้ | ข. ยึดกับซีล่าย |
| ค. ยึดกับเนื้อเหล็กโดยตรง | ง. ยึดกับเมทัลชีส |
| จ. ยึดกับปูน | |

9. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการย้ำหมุด

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| ก. ชิ้นงานหดตัวได้ไม่เกิดความเค้น | ข. ไม่ใช้ความร้อนในการต่อ |
| ค. เนื้อชิ้นงานไม่เกิดการหลอมเหลว | ง. ความเค้นตกค้างไม่มาก |
| จ. ใช้เครื่องมือในการทำงานน้อย | |

10. วัสดุชนิดใดไม่นำมาใช้ทำหมุดย้ำ (Rivet) สำหรับการย้ำหมุดด้วยมือ

- | | |
|--------------|----------------|
| ก. ทองแดง | ข. เหล็กหล่อ |
| ค. ทองเหลือง | ง. เหล็กเหนียว |
| จ. เหล็กอ่อน | |

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบกระดาศำตอบ ก่อนเรียน	หน้าทึ่ 7
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.1

ชื้-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นั้กคึ้กษำ.....

ชื้	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่่อทำชื้สอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื้ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของสกรู
2. อธิบายประเภทของสกรู

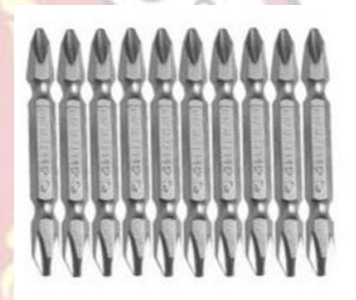


	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

ความหมายของสกรู

สกรู เป็นวัสดุที่จำเป็นอย่างมาก มีหลากหลายชนิดและรูปแบบให้เลือกใช้งานตามลักษณะของงานและความเหมาะสม สกรูนี้ถือเป็นวัสดุที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการยึด หรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกัน ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น งานด้านอุตสาหกรรม สินค้า หรือติดตั้งงานประเภทต่าง ๆ เป็นต้น สกรู เป็นโลหะทรงกระบอกปลายข้างหนึ่งมีหัวเป็นลักษณะต่าง ๆ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นเกลียวสำหรับยึดชิ้นส่วนให้ติดกันโดยไม่จำเป็นต้องใช้แป้นเกลียว

การเลือกใช้งานสกรูสามารถเลือกจากขนาดความยาว และชนิดของเกลียวเพื่อให้เหมาะสมกับงานหรือวัตถุนั้น ๆ โดยจะอาศัยแรงหมุนให้เกลียวนั้นเจาะทะลุเข้าไปในชิ้นงาน เพื่อยึดติดหรือเหนี่ยวรั้งวัตถุทั้งสองชิ้นเข้าไว้ด้วยกัน และในปัจจุบันคนส่วนมากมักจะเรียก สกรู น็อต รวมกันว่า น็อต ซึ่งแท้ที่จริงแล้ว สกรู (Screw) และน็อต (Nut) นั้น มีความแตกต่างกัน อาจเป็นผลมาจากความเข้าใจในด้านลักษณะการใช้งานที่ใช้งานร่วมกัน

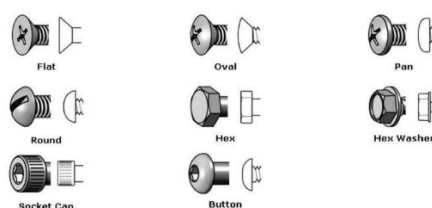


แสดงลักษณะหัวสว่านขันสกรู

ลักษณะการทำงานคล้าย ๆ ตะปู เพียงแต่อาศัยแรงหมุนเป็นวงกลมเคลื่อนเจาะทะลุเข้าไปในวัตถุที่เป็นเป้าหมาย โดยสกรูนั้นจะมีหลากหลายชนิด และหลากหลายขนาดให้เลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ของงาน เช่น สกรูงานไม้ตามบ้านเรือนทั่วไป หรือสกรูที่ใช้ยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทตามโรงงาน เป็นต้น โดยสกรูนั้นจะใช้ร่วมกับสว่านไฟฟ้า หรือไขควง และต้องมีหัวสว่านสำหรับ ใช้ขันสกรูด้วย ลักษณะของหัวสว่านดังแสดงในรูป

โดยทั่วไปคนส่วนมากมักเรียกสกรูน็อตรวมกันว่า น็อต อันที่จริงแล้ว สกรู และ น็อต นั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนระหว่างผู้ซื้อ และผู้ขายได้ ดังนั้นเราจะมาทำความรู้จักกันว่า น็อต และ สกรู มีความแตกต่างกันอย่างไร

คำว่า สกรู นั้น หมายถึง น็อตตัวผู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวรอบทรงกระบอกยาว หัวสกรู จะมีหลายประเภท เช่น หัวหกเหลี่ยม หัวแฉก หัวผ่า เป็นต้น ลักษณะสกรู ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรู

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

ส่วน น็อต หรือที่มักเรียกกันว่า หัวน็อต หมายถึง น็อตตัวเมีย ซึ่งมีลักษณะคล้ายแหวน มีรูตรงกลาง ภายในจะมีร่องเป็นเกลียวเพื่อที่จะสามารถหมุนเข้ากับสกรูได้ หัวน็อตมีหลายประเภท เช่น หัวน็อตหกเหลี่ยม หัวน็อตติดจาน หัวน็อตกลม เป็นต้น ลักษณะน็อตดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของน็อต

ประเภทของสกรู

สกรูเกลียวไม้ เป็นสกรูที่มีลักษณะเกลียวตลอด ปลายแหลม มีหลายรูปแบบตามชนิดของหัวสกรู ซึ่งจะไม่นิยมใช้กับหัวน็อตตัวเมีย ลักษณะการใช้งานจะใช้ขันเข้าไม้หรือพลาสติกโดยตรง สกรูเกลียวไม้ จะถูกนำไปใช้กับงานไม้ สกรูเกลียวไม้นั้น จะมีระยะห่างเกลียวที่มากกว่าสกรูชนิดอื่น ๆ โดยจะมีชื่อเรียก 2 แบบ คือ สกรูเกลียวปล่อยและสกรูปลายสว่าน ในเรื่องของกาติไซน์ บางอันจะมีแกนยาวออกมาต่อจากหัวและค่อยมีเกลียวยาวต่อไปจนถึงปลาย ส่วนอีกแบบจะเป็นเกลียวตลอด สกรูเกลียวไม้นั้น จะเป็นเกลียวแบบหยาบ ก่อนนำไปใช้ เราจะต้องเจาะรูนำร่องลงไปก่อน แล้วจากนั้น ค่อยนำสกรูตอกลงไป สกรูชนิดนี้จะถอดออกได้ยากมาก ลักษณะสกรูเกลียวไม้ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูเกลียวไม้

สกรูเกลียว เป็นสกรูที่มีหัวสกรูหลากหลายรูปแบบ ทั้ง หัวเตเปอร์ หัวหนา หัวหกเหลี่ยม ซึ่งจะใช้ร่วมกับน็อตตัวเมีย หรือสลักตัวเมีย ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูเกลียว

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

สกรูหัวจมหกเหลี่ยม เป็นสกรูที่มีหัวสกรูหลากหลายรูปแบบ แต่โดยรวม คือ สกรูหัวจม ซึ่งมีลักษณะหัวจมหกเหลี่ยมจะใช้กุกุญแจหัวหกเหลี่ยมในการขัน โดยยึดกับเกลียวในที่ทำงานที่จะยึด ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูหัวจมหกเหลี่ยม

สกรูปลายสว่าน เป็นสกรูที่มีลักษณะปลายคล้ายสว่านไขเข้าไปในเนื้อเหล็กโดยตรง ซึ่งไม่ต้องเจาะนำ และมีหัวสกรูหลากหลายรูปแบบตามลักษณะการใช้งานรูปแบบของหัวสกรู ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูปลายสว่าน

หัวแบน / หัวเตปเปอร์ (Flat) สกรูเกลียวปล่อยหัวเตปเปอร์ เป็นสกรูที่ใช้ยึดชิ้นงานต่าง ๆ เช่น ชิ้นงานที่เป็นไม้ พลาสติก และแผ่นโลหะบาง ๆ เป็นต้น ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูปลายสว่าน

หัวแอกนูน (Oval) สกรูหัวแอกนูนจะเป็นสกรูที่ใช้ยึดติดชิ้นงานต่าง ๆ เหมาะกับชิ้นงานที่เป็นไม้ พลาสติก แผ่นโลหะบาง ๆ ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูปลายสว่าน

กลมแอกนูน (Pan) สกรูหัวกลมแอกนูน หรือ หัว P เหมาะสำหรับใช้ยึดแปะชีลายเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากง่ายและสะดวกในการติดตั้ง ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูกลมแอกนูน

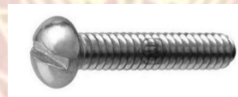
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 3	

หัวรุ่มแฉก (Truss) สกรูหัวรุ่มแฉกจะมีลักษณะการใช้งานที่เหมือนกับสกรูหัวแฉกนูน ซึ่งเป็นสกรูที่ใช้ยึดติดชิ้นงานต่าง ๆ ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูหัวรุ่มแฉก

หัวกลมผ่า (Round) สกรูหัวกลมผ่าจะเป็นสกรูหัวกลมที่มีรอยผ่าแนวระนาบผ่านจุดศูนย์กลางไว้สำหรับใช้ไขควงขัน มักจะใช้คู่กับหัวน็อตสไล์เหลี่ยม ลักษณะดังแสดงใน



แสดงลักษณะของสกรูหัวกลมผ่า

หัวหกเหลี่ยม (เกลียวเต็ม) (Hex) สกรูหัวหกเหลี่ยมลักษณะการนำไปใช้งานจะเหมาะกับงานที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ เหมาะกับงานเครื่องยนต์ เครื่องจักร งานประปา รถยนต์ รถพ่วง รถสิบล้อ รถแมคโคร ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะหัวหกเหลี่ยม เกลียวเต็ม

หัวหกเหลี่ยมติดแหวน (Hex Washer) สกรูหัวหกเหลี่ยมติดแหวนจะเหมาะกับงาน ที่ต้องการยึดติดเป็นพิเศษและต้องการความแข็งแรง จะใช้ยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทเข้ากับแป้ไม้ สมาร์ทบอร์ด ไม้ฝาเซอร่า ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะหัวหกเหลี่ยมติดแหวน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 3	

หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน (Slotted Hex Washer) สกรูหัวผ่าหกเหลี่ยมลักษณะการนำไปใช้งานจะเหมาะสมสำหรับแผ่นเมทัลชีท (แป้นไม้) ใช้ยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทเข้ากับแป้นไม้ ดังแสดงในรูป

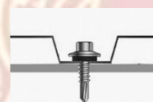


แสดงลักษณะหัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน

สกรูสำหรับยึดแผ่นเมทัลชีท (Metal Sheet Screw) สกรูชนิดนี้จะมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดจะใช้งานที่ต่างกัน ลักษณะของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีท ดังแสดงในรูป



สกรูยึดสั่นลอน



สกรูยึดท้องลอน



สกรูยึดแผ่นทับซ้อน



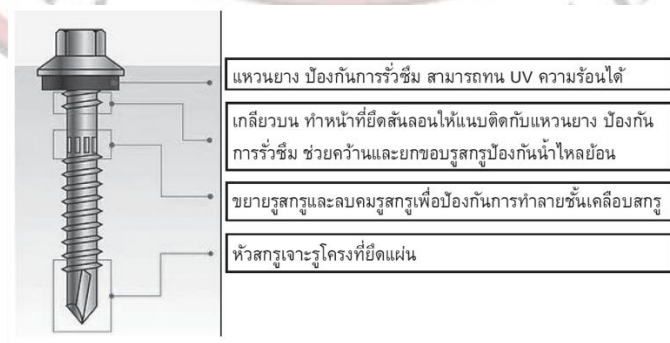
สกรูยึดคลิป



สกรูยึดแป้นไม้

แสดงลักษณะสกรูสำหรับยึดแผ่นเมทัลชีท

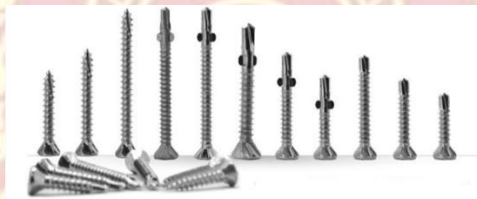
ส่วนประกอบของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีทกับโครงเหล็ก จะประกอบด้วยหลายส่วน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะประกอบสกรูสำหรับยึดแผ่นเมทัลชีท

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 3	

สกรูยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์ เป็นที่รู้จักกันว่าไม้พื้นหรือไม้ฝาที่นิยมนำมาใช้งาน ในปัจจุบันผลิตจากไม้สังเคราะห์ไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือไม้เทียมที่ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อทดแทนไม้จริง เพื่อตอบสนองการใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของบ้านและอาคารมากมาย ในส่วนของไม้ฝานั้นมีหลายรูปแบบและสีสันทันไม่ว่าจะเป็น ไม้ฝาบังใบ ไม้ตกแต่งเซาะร่อง หรือจะเป็นไม้ฝาทั่วไปแต่หลากหลาย หน้ากว้าง ซึ่งไม่ใช่แค่เพียงรูปแบบสีสันทันที่ทำให้ไม้ชนิดนี้เป็นที่นิยมของเจ้าของบ้านและผู้รับเหมา สำหรับการยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์ มีวัสดุที่ใช้ยึดหลายชนิด การเลือกใช้ต้องเลือกให้ถูกต้อง ลักษณะของสกรูยึดไม้ฝา ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะสกรูยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. สกรูหมายถึงอะไร

2. สกรูเกลียวไม้ หมายถึงอะไร

3. สกรู ปลายสว่าน หมายถึงอะไร

4. หัวกลมผ่า หมายถึงอะไร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สกรู หมายถึงอะไร

สกรู เป็นวัสดุที่จำเป็นอย่างมาก มีหลากหลายชนิดและรูปแบบให้เลือกใช้งานตามลักษณะของงานและความเหมาะสม สกรูนี้คือเป็นวัสดุที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการยึด หรือเหนี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกัน ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น งานด้านอุตสาหกรรม สินค้า หรือติดตั้งงานประเภทต่าง ๆ เป็นต้น สกรู เป็นโลหะทรงกระบอกปลายข้างหนึ่งมีหัวเป็นลักษณะต่าง ๆ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นเกลียวสำหรับยึดชิ้นส่วนให้ติดกันโดยไม่จำเป็นต้องใช้แป้นเกลียว

2. สกรูเกลียวไม้ หมายถึงอะไร

เป็นสกรูที่มีลักษณะเกลียวตลอด ปลายแหลม มีหลายรูปแบบตามชนิดของหัวสกรู ซึ่งจะไม่นิยมใช้กับหัวน็อตตัวเมีย ลักษณะการใช้งานจะใช้ขันเข้าไม้หรือพลาสติกโดยตรง สกรูเกลียวไม้ จะถูกนำไปใช้กับงานไม้ สกรูเกลียวไม้นั้น จะมีระยะห่างเกลียวที่มากกว่าสกรูชนิดอื่น ๆ โดยจะมีชื่อเรียก 2 แบบ คือ สกรูเกลียวปล่อย และสกรูปลายสว่าน ในเรื่องของการตีไขน บางอันจะมีแกนยาวออกมาจากหัวและค่อยมีเกลียวยาวต่อไปจนถึงปลาย ส่วนอีกแบบจะเป็นเกลียวตลอด สกรูเกลียวไม้นั้น จะเป็นเกลียวแบบหยาบ ก่อนนำไปใช้ เราจะต้องเจาะรูนำร่องลงไปก่อน แล้วจากนั้น ค่อยนำสกรูตอกลงไป สกรูชนิดนี้จะถอดออกได้ยากมาก

3. สกรู ปลายสว่าน หมายถึงอะไร

เป็นสกรูที่มีลักษณะปลายคล้ายสว่านไขเข้าไปในเนื้อเหล็กโดยตรง ซึ่งไม่ต้องเจาะนำและมีหัวสกรูหลากหลายรูปแบบตามลักษณะการใช้งานรูปแบบของหัวสกรู

4. หัวกลมผ่า หมายถึงอะไร

สกรูหัวกลมผ่าจะเป็นสกรูหัวกลมที่มีรอยผ่าแนวระนาบผ่านจุดศูนย์กลางไว้สำหรับใช้ไขควงขัน มักจะใช้คู่กับหัวน็อตสี่เหลี่ยม

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงบอกประเภทของสกรู



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงบอกประเภทของสกรู

สกรูยึดไม้ผ้านิตมีปีกยึดโครงเหล็ก	
 สกรูยึดไม้ผา เบอร์ 7 ยาว 25 มม. (7 x 1")	1. เจาะยึดไม้ผาความหนาไม่เกิน 8 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผา เบอร์ 7 ยาว 32 มม. (7 x 1.2")	1. เจาะยึดไม้ผาความหนาไม่เกิน 16 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผา เบอร์ 10 ยาว 40 มม. (7 x 1.5")	1. เจาะยึดไม้ผาความหนาไม่เกิน 20 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผา เบอร์ 8 ยาว 45 มม. (7 x 1.8")	1. เจาะยึดไม้ผาความหนาไม่เกิน 26 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผา เบอร์ 7 ยาว 45 มม. (7 x 1.8")	1. เจาะยึดไม้ผาความหนาไม่เกิน 26 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.



ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- สกรูชนิดใดใช้สำหรับยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทเข้ากับแป้นไม้
 - หัวร่มแฉก
 - หัวกลมผ่า
 - หัวหกเหลี่ยม(เกลียวเต็ม)
 - หัวหกเหลี่ยมติดแหวน
 - หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน
- สกรูชนิดใดใช้สำหรับยึดสำหรับงานเครื่องยนต์ เครื่องจักร งานประปา
 - หัวร่มแฉก
 - หัวกลมผ่า
 - หัวหกเหลี่ยม(เกลียวเต็ม)
 - หัวหกเหลี่ยมติดแหวน
 - หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน
- สกรูชนิดใดใช้สำหรับชิ้นงานที่เป็นไม้ พลาสติก และแผ่นโลหะบาง ๆ
 - หัวร่มแฉก
 - หัวกลมผ่า
 - หัวแบน/หัวเทเปอร์ (Flat)
 - หัวหกเหลี่ยมติดแหวน
 - หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน
- ส่วนประกอบใดช่วยในการป้องกันการรั่วซึมของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีทกับโครงเหล็ก
 - แหวนยาง
 - แหวนเหล็ก
 - แหวนพลาสติกแข็ง
 - ซิลิโคนแผ่น
 - กาวยาง
- หัวสกรู ของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีทกับโครงเหล็กมีทำหน้าที่อย่างไร
 - ลบคมรูลสกรูเพื่อป้องกันการทำลายชั้นเคลือบสกรู
 - ช่วยคว้านและยกขอบรูลสกรูป้องกันน้ำไหลย้อน
 - เจาะรูโครงที่ยึดแผ่น
 - ป้องกันการรั่วซึม
 - ขยายรูลสกรู

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 2	

6. จากรูป สกรูใช้สำหรับยึดส่วนใดของหลังคาเมทัลชีส



- | | |
|-----------------------|-------------------|
| ก. สกรูยึดสันลอน | ข. สกรูยึดท้องลอน |
| ค. สกรูยึดแผ่นทับซ้อน | ง. สกรูยึดแปไม้ |
| จ. สกรูยึดคัลิป | |

7. จากรูป สกรูใช้สำหรับยึดส่วนใดของหลังคาเมทัลชีส



- | | |
|-----------------------|-------------------|
| ก. สกรูยึดสันลอน | ข. สกรูยึดท้องลอน |
| ค. สกรูยึดแผ่นทับซ้อน | ง. สกรูยึดแปไม้ |
| จ. สกรูยึดคัลิป | |

8. จากรูป สกรู เหมาะสำหรับยึดชิ้นงานกับวัสดุชนิดใด



- | | |
|---------------------------|-------------------|
| ก. ยึดกับไม้ | ข. ยึดกับซีล่าย |
| ค. ยึดกับเนื้อเหล็กโดยตรง | ง. ยึดกับเมทัลชีส |
| จ. ยึดกับปูน | |

9. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการย้ำหมุด

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| ก. ชิ้นงานหดตัวได้ไม่เกิดความเค้น | ข. ไม่ใช้ความร้อนในการต่อ |
| ค. เนื้อชิ้นงานไม่เกิดการหลอมเหลว | ง. ความเค้นตกค้างไม่มาก |
| จ. ใช้เครื่องมือในการทำงานน้อย | |

10. วัสดุชนิดใดไม่นำมาใช้ทำหมุดย้ำ (Rivet) สำหรับการย้ำหมุดด้วยมือ

- | | |
|--------------|----------------|
| ก. ทองแดง | ข. เหล็กหล่อ |
| ค. ทองเหลือง | ง. เหล็กเหนียว |
| จ. เหล็กอ่อน | |

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบกระดาศำตอบ หลังเรียน	หน้าที 25
		แผ่นที : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที 1.1

ชือ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นัศศึษา.....

ชือ	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชือ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 7 : สกรู โมดูลย่อย 1.1 : สกรู	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 26
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 8

เรื่อง ย้ำหมุด

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมด	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรอาชีวศึกษา (20103-2111) เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบูรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆ ที่ทำให้อาสาประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

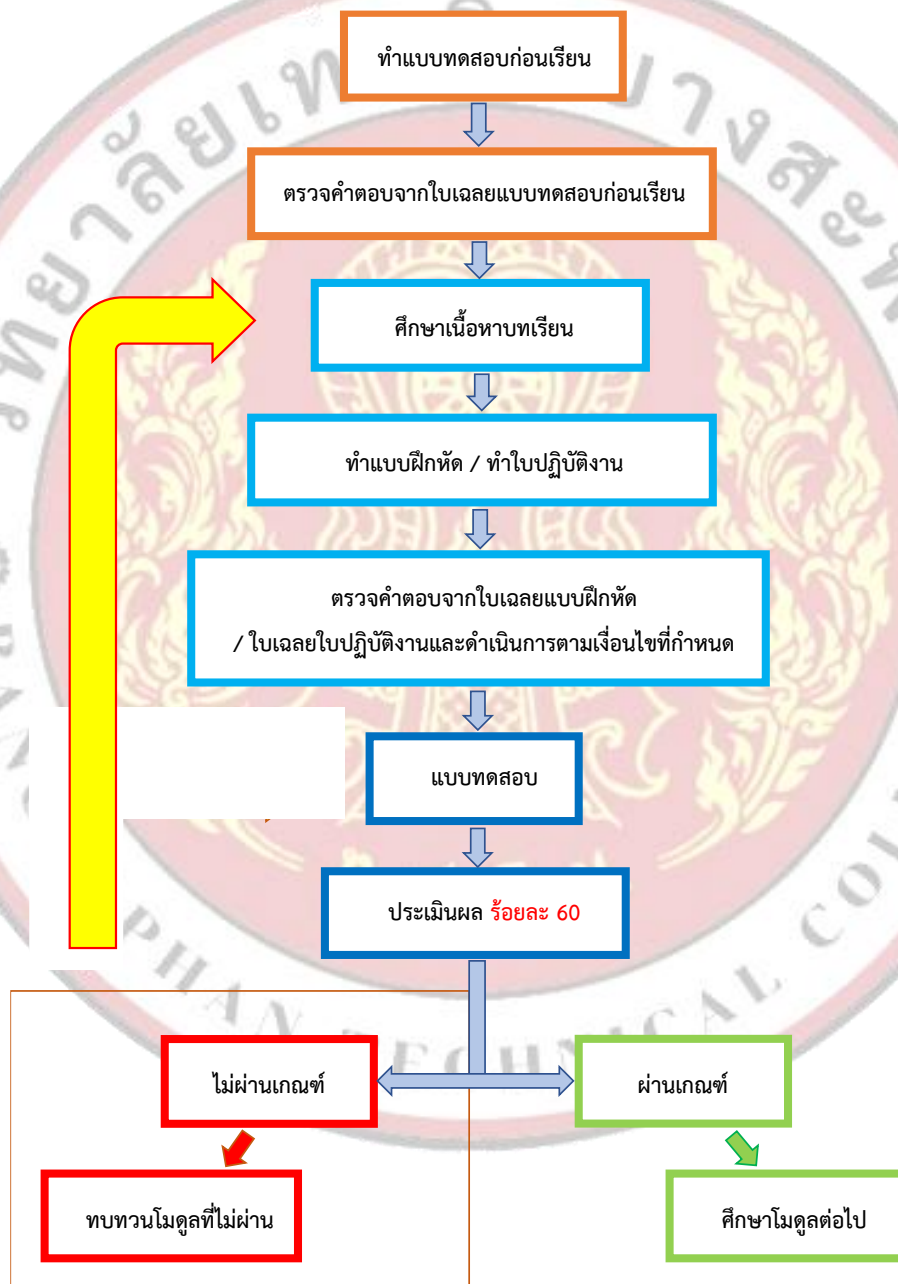
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	15
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	16
ใบปฏิบัติงาน	17
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	18
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	20
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	21
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	22
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	24
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	25

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกระบวนการยึดชิ้นงานให้ติดกันด้วยตัวหมุด โดยการเจาะรูชิ้นงานที่จะต่อกันให้รูตรงกัน หลังจากนั้นสอดตัวหมุดลงในรูชิ้นงานทั้งสองที่เจาะไว้ การต่อชิ้นงานสามารถต่อชิ้นงานที่ต่างชนิดกันได้ ลักษณะของชิ้นงานที่ต่อด้วยการย้ำหมุด

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมด	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทเรียนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกระบวนการยึดชิ้นงานให้ติดกันด้วยตัวหมุด โดยการเจาะรูชิ้นงานที่จะต่อกันให้รูตรงกัน หลังจากนั้นสอดตัวหมุดลงในรูชิ้นงานทั้งสองที่เจาะไว้ การต่อชิ้นงานสามารถต่อชิ้นงานที่ต่างชนิดกันได้ ลักษณะของชิ้นงานที่ต่อด้วยการย้ำหมุด

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถในการย้ำหมุด

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการย้ำหมุด



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. ในอุตสาหกรรมปัจจุบันการย้ำหมุดชิ้นงานขนาดใหญ่ ๆ จะมีเครื่องมือสำหรับย้ำหมุด ซึ่งจะให้คุณภาพชิ้นงานที่ดีมีคุณภาพที่ดี การย้ำหมุดจะใช้อะไรในการย้ำหมุด
 - ก. เครื่องกดแบบข้อเหวี่ยง
 - ข. เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์
 - ค. เครื่องกดไฮดรอลิก
 - ง. เครื่องรีดโดยใช้ความร้อน
 - จ. ใช้แรงหมุดตัวหมุดย้ำด้วยความเร็ว
2. ในการย้ำหมุดถ้าใช้หมุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ต้องให้ระยะห่างระหว่างตัวหมุดเท่าไร
 - ก. ไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิเมตร
 - ข. ไม่ต่ำกว่า 6 มิลลิเมตร
 - ค. ไม่ต่ำกว่า 7 มิลลิเมตร
 - ง. ไม่ต่ำกว่า 8 มิลลิเมตร
 - จ. ไม่ต่ำกว่า 9 มิลลิเมตร
3. ในการย้ำหมุดถ้าใช้หมุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ต้องให้ระยะห่างจากขอบเท่าไร
 - ก. ไม่ต่ำกว่า 8 มิลลิเมตร
 - ข. ไม่ต่ำกว่า 9 มิลลิเมตร
 - ค. ไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิเมตร
 - ง. ไม่ต่ำกว่า 11 มิลลิเมตร
 - จ. ไม่ต่ำกว่า 12 มิลลิเมตร
4. ถ้าต้องการย้ำหมุดชิ้นงานบางควรใช้เครื่องมือชนิดใดเจาะชิ้นงาน
 - ก. เหล็กย้ำตะเข็บ
 - ข. ป้อนรีเวท
 - ค. คีมย้ำหมุด
 - ง. เหล็กนำศูนย์
 - จ. เครื่องเจาะรู
5. จากรูปต่อไปนี้ เรียกว่าอะไร



- ก. Hammer
- ข. Hand Drill
- ค. Rivet Set
- ง. Pop Rivet
- จ. Punch

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. จากรูปต่อไปนี้ เรียกว่าอะไร



- ก. Hammer
 - ข. Hand Rivet Pliers
 - ค. Rivet Set
 - ง. Pop Rivet
 - จ. Punch
7. กาวสามารถแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท
- ก. 3 ประเภท
 - ข. 4 ประเภท
 - ค. 4 ประเภท
 - ง. 5 ประเภท
 - จ. 6 ประเภท
8. กาว ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศใด
- ก. อังกฤษ
 - ข. เบลเยียม
 - ค. เยอรมัน
 - ง. จีน
 - จ. ญี่ปุ่น
9. กาวที่ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกใช้สิ่งใดในการทำ
- ก. มด
 - ข. แมลง
 - ค. ปลา
 - ง. ยางไม้
 - จ. ปลวก
10. ข้อใดคือข้อเสียของการใช้กาวในการทำงาน
- ก. ระยะเวลาของการใช้งานยาวกว่าการต่อแบบกระบวนกรอื่นหลายกระบวนกร
 - ข. สามารถติดไฟได้และยังทำให้เกิดสารที่อาจเป็นพิษขึ้น
 - ค. ใช้ยึดกับชิ้นงานที่พื้นผิวงานหรือวัสดุที่มีรูปร่าง รูปทรงสลับซับซ้อน
 - ง. การมีสมบัติในการเป็นฉนวนกันกระแสไฟฟ้า ความร้อน และเสียงอย่างดี
 - จ. พื้นที่การกระจายของแรงบนพื้นที่ทำการมีความสม่ำเสมอ มากกว่าการใช้โบลต์ หรือการยิงรีเวท

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบกระดาคำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 7
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
 สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
 () ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ
 (.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายย้ำหมุด
2. อธิบายประเภทของเครื่องมืออุปกรณ์ในงานย้ำหมุด
3. อธิบายเทคนิคการย้ำหมุด



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

หลักการย้ำหมุด

การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกระบวนการยึดชิ้นงานให้ติดกันด้วยตัวหมุด โดยการเจาะรูชิ้นงานที่จะต่อกันให้รูตรงกัน หลังจากนั้นสอดตัวหมุดลงในรูชิ้นงานทั้งสองที่เจาะไว้ การต่อชิ้นงานสามารถต่อชิ้นงานที่ต่างชนิดกันได้ ลักษณะของชิ้นงานที่ต่อด้วยการย้ำหมุดดังแสดงในรูป



แสดงชิ้นงานจากการย้ำหมุด

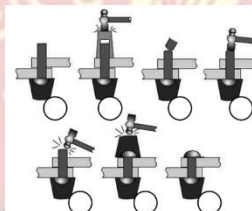
เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานย้ำหมุด

เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานย้ำหมุดมีหลายชนิดแต่ละชนิดใช้งานต่างกัน ดังนี้

1. เหล็กย้ำหมุด (Rivet Set) เป็นแท่งเหล็กที่ทำจากเหล็กเครื่องมือ มีลักษณะเป็นแท่ง ยาวประมาณ 4 นิ้ว ที่บริเวณหน้าตัดของปลายข้างหนึ่งเจาะเป็นรูลึกเพื่อให้หมุดสอดเข้าไปด้านใน หลังจากนั้นใช้ค้อนตอกเพื่อให้แผ่นโลหะทั้งสองแผ่นแนบสนิท และจะมีรูตัน ๆ เป็นเบ้ากลมเพื่อใช้สำหรับแต่งหัวหมุดลักษณะเหล็กหมุด และการใช้งาน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กย้ำหมุด



แสดงลักษณะการใช้งานเหล็กย้ำหมุด

2. คีมย้ำรีเวท (Hand Rivet Pliers) ใช้สำหรับย้ำรีเวท (Pop Rivet) สามารถถอดเปลี่ยนหัวได้ตามขนาดของ Pop Rivet ส่วนด้ามบางแบบสามารถหมุนได้รอบตัว เพื่อให้ง่ายในการใช้งาน ลักษณะคีมย้ำรีเวท ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะคีมย้ำรีเวท

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

3. ค้อนย้าหมุด (Reveting Hammer) หัวค้อนจะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมลบมุม ด้านข้างทั้ง 4 มุม บริเวณผิวหน้าของหัวค้อน จะมีผิวโค้งเล็กน้อย เพื่อใช้ในการแต่งหัวหมุดย้า ส่วนหางค้อนจะเรียว (Taper) เป็นมุมเท่ากัน ทั้งสองด้านและบริเวณปลายสุดจะมีลักษณะมน



แสดงลักษณะค้อนย้าหมุด

4. สว่านมือ (Hand Drill) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเจาะรูชนิดงาน โดยการเจาะรูต้องให้ขนาดรูมีความโตเหมาะสมกับขนาดของตัวหมุด ซึ่งสว่านมือมีหลายขนาด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับ ลักษณะงาน ถ้าชิ้นงานมีความหนาหรือมีขนาดใหญ่อาจต้องใช้สว่านชนิดตั้งพื้น



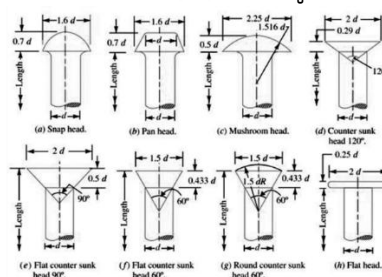
แสดงลักษณะสว่านมือ

5. หมุดย้า (Rivet) การย้าหมุดด้วยการย้าด้วยมือ เพื่อยึดชิ้นงานต้องใช้วัสดุที่เป็นตัวยึด ซึ่งได้แก่ หมุดย้า ซึ่งมีหลายแบบ วัสดุที่ใช้มีหลายชนิดเช่นเดียวกัน เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็กเหนียว เหล็กอ่อน ทองเหลือง เป็นต้น



แสดงลักษณะหมุดย้า

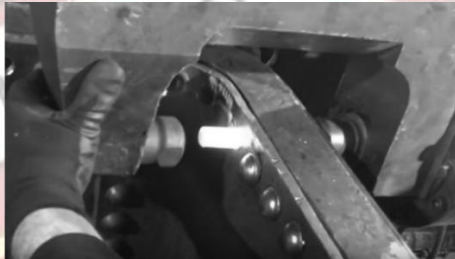
การเลือกขนาดความโตของหมุดย้าต้องให้สัมพันธ์กับความหนาของชิ้นงาน เพื่อที่ช่วยให้เกิดความแข็งแรงของรอยต่อ โดยตามมาตรฐานแล้วขนาดของรีเวตต้องโตเท่ากับ 2.5 เท่าของความหนาแผ่นโลหะสองชิ้นรวมกัน สำหรับชนิดของหัวหมุดย้าจะมีหลายชนิดดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะหัวหมุดย้า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

ในอุตสาหกรรมปัจจุบันการย้าหมุดชิ้นงานขนาดใหญ่ ๆ จะมีเครื่องมือสำหรับย้าหมุด ซึ่งจะให้คุณภาพชิ้นงานที่ดีมีคุณภาพที่ดี การย้าหมุดจะใช้เครื่องกดไฮดรอลิกย้าหลาย ๆ ครั้ง โดยตัวหมุดย้าตัวใหญ่ ต้องให้ความร้อนก่อนเพื่อให้อ่อนตัวและทำให้กดย้าได้ง่าย ลักษณะการย้าหมุด

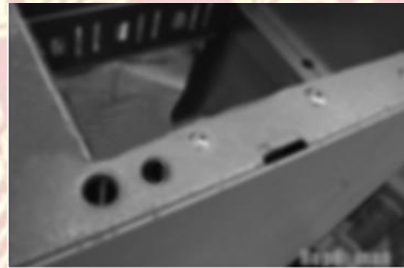


แสดงการย้าหมุดขนาดใหญ่

6. รีเวท (Pop Rivet) ส่วนใหญ่เราจะเรียก ลูกรีเวท ใช้ร่วมกับคีมย้าหมุดเหมาะสำหรับ ชิ้นงานที่บาง ๆ เพราะต้องใช้กำลังบีบจากมือของช่าง ซึ่งมีหลายขนาด ลักษณะของรีเวท และรอยต่อ ดังแสดงในรูป



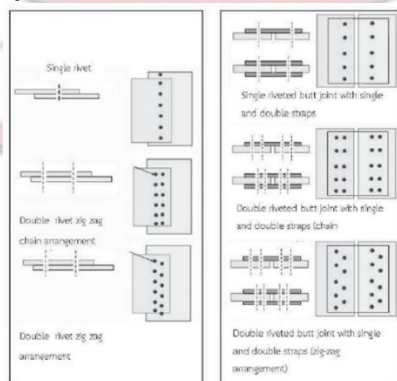
แสดงลักษณะรีเวท



แสดงรอยต่อของรีเวท

รอยต่อในงานย้าหมุด

การต่อชิ้นงานสำหรับการย้าหมุดจะมีลักษณะการต่อแบบเกย (Lap Joint) และแบบต่อชน (Butt Joint) ซึ่งลักษณะการต่อ ดังแสดงในรูป



รอยต่อแบบต่อเกย

รอยต่อแบบต่อชน

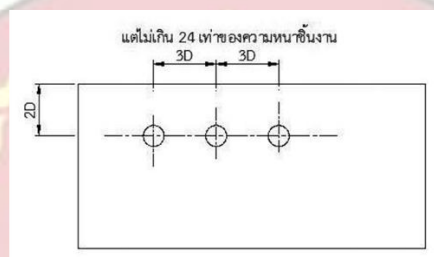
แสดงรอยต่อการย้าหมุด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 3	

เทคนิคการย้าหมุด

ขั้นตอนในการย้าหมุดจะมีเทคนิคในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำเครื่องหมายด้วยเหล็กขีด และใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกตรงตำแหน่งที่ต้องการ โดยต้องให้ระยะห่างไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของความโตหมุด แต่ไม่เกิน 14 เท่าของความหนาชิ้นงาน เช่น ตัวหมุดมีขนาด 4 มิลลิเมตร ต้องเว้นระยะห่างเท่ากับ 12 มิลลิเมตร และต้องให้ห่างจากระยะขอบไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความโตหมุดย้าดังแสดงในรูป

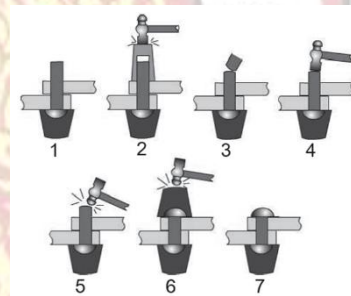


แสดงตำแหน่งเจาะรูชิ้นงานเพื่อย้าหมุด

2. เจาะรูด้วยเครื่องเจาะรู (Punch) สำหรับชิ้นงานบาง ๆ หรือสว่านไฟฟ้าถ้าเป็นงานหนา

3. เริ่มต้นการย้าหมุด

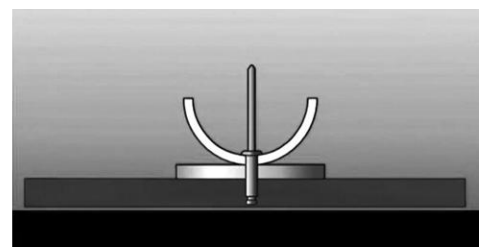
- 3.1 นำหมุดย้าสอดเข้ารูที่ต้องการย้าหมุด
- 3.2 ใช้เหล็กย้าหมุดตอกให้ชิ้นงานแน่นสนิทก่อน
- 3.3 ตัดตัวหมุดให้ได้ความยาวที่ต้องการ
- 3.4 ใช้ค้อนหัวกลมตอกเบาเพื่อให้หมุดบานออก
- 3.5 ใช้ค้อนด้านที่เป็นส่วนโค้งเคาะให้หมุดบานออก
- 3.6 ใช้เหล็กย้าหมุดตอกให้หมุดบานโค้งเหมือนหัวอีกด้าน
- 3.7 จะได้งานที่ต่อดำด้วยวิธีการย้าหมุด



แสดงขั้นตอนการย้าหมุด

สำหรับการย้าหมุดด้วยคีมย้าหมุดหรือคีมย้ารีเวท (Hand Rivet Pliers) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ยึดชิ้นงานโลหะแผ่น และเป็นวิธีที่สามารถทำได้ความรวดเร็ว สะดวก และชิ้นงานสามารถ รับแรงได้มาก ขั้นตอนดังแสดงในรูป

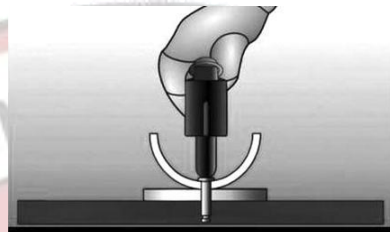
1. เจาะรูชิ้นงานที่ต้องการยึดให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของลูกรีเวท
2. สอดลูกรีเวทในรูที่เจาะไว้ หรือนำลูกรีเวทใส่ในรูของคีมย้าหมุดก่อนก็ได้



แสดงขั้นตอนการสอดลูกรีเวท

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 3	

3. นำคีมย้ารีเวท ใส่เข้ากับลูกรีเวท กดให้แนบกับชิ้นงาน



แสดงขั้นตอนการกดลูกรีเวท

4. บีบดิ่งเพื่อให้แกนของลูกรีเวทหลุดออกอีกด้าน ขณะดิ่งลูกรีเวทส่วนปลายจะค่อย ๆ ขยายออก



แสดงขั้นตอนการบีบดิ่งลูกรีเวท

5. เมื่อแกนของลูกรีเวทหลุดออกปลายของลูกรีเวทจะขยายออกทำให้บีบชิ้นงานทั้งสองแน่น



แสดงขั้นตอนการบีบดิ่งลูกรีเวท

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. การย้ำหมุด หมายถึงอะไร

2. บอก เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานย้ำหมุด

3. รอยต่อในงานย้ำหมุด หมายถึงอะไร

4. เทคนิคการย้ำหมุด หมายถึงอะไร

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. การย้ำหมุด หมายถึงอะไร

การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกระบวนการยึดชิ้นงานให้ติดกันด้วยตัวหมุด โดยการเจาะรูชิ้นงานที่จะต่อกันให้รูตรงกัน หลังจากนั้นสอดตัวหมุดลงในรูชิ้นงานทั้งสองที่เจาะไว้ การต่อชิ้นงานสามารถต่อชิ้นงานที่ต่างชนิดกันได้ ลักษณะของชิ้นงานที่ต่อด้วยการย้ำหมุด

2. บอก เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานย้ำหมุด

1. เหล็กย้ำหมุด
2. คีมย้ำรีเวท
3. ค้อนย้ำหมุด
4. สว่านมือ
5. หมุดย้ำ
6. รีเวท

3. รอยต่อในงานย้ำหมุด

การต่อชิ้นงานสำหรับการย้ำหมุดจะมีลักษณะการต่อแบบเกย (Lap Joint) และแบบต่อชน (Butt Joint) ซึ่งลักษณะการต่อ

4. เทคนิคการย้ำหมุด หมายถึงอะไร

ทำเครื่องหมายด้วยเหล็กขีด และใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกตรงตำแหน่งที่ต้องการ โดยต้องให้ระยะห่างไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของความโตหมุด แต่ไม่เกิน 14 เท่าของความหนาชิ้นงาน เช่น ตัวหมุดมีขนาด 4 มิลลิเมตร ต้องเว้นระยะห่างเท่ากับ 12 มิลลิเมตร และต้องให้ห่างจากระยะขอบไม่น้อยกว่า

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมด	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงบอกประเภทของสกรู



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมด	ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบเกณฑ์การ ประเมินผลการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมด	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงบอกประเภทของสกรู

สกรูยึดไม้ผ้านิตมีปีกยึดโครงเหล็ก	
 สกรูยึดไม้ผ่า เบอร์ 7 ยาว 25 มม. (7 x 1")	1. เจาะยึดไม้ผ่าความหนาไม่เกิน 8 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผ่า เบอร์ 7 ยาว 32 มม. (7 x 1.2")	1. เจาะยึดไม้ผ่าความหนาไม่เกิน 16 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผ่า เบอร์ 10 ยาว 40 มม. (7 x 1.5")	1. เจาะยึดไม้ผ่าความหนาไม่เกิน 20 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผ่า เบอร์ 8 ยาว 45 มม. (7 x 1.8")	1. เจาะยึดไม้ผ่าความหนาไม่เกิน 26 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.
 สกรูยึดไม้ผ่า เบอร์ 7 ยาว 45 มม. (7 x 1.8")	1. เจาะยึดไม้ผ่าความหนาไม่เกิน 26 มม. 2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.



ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

1. ในอุตสาหกรรมปัจจุบันการย้าหมุดชิ้นงานขนาดใหญ่ ๆ จะมีเครื่องมือสำหรับย้าหมุด ซึ่งจะให้คุณภาพชิ้นงานที่ดี การย้าหมุดจะใช้อะไรในการย้าหมุด

- ก. เครื่องกดแบบข้อเหวี่ยง
- ข. เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์
- ค. เครื่องกดไฮดรอลิก
- ง. เครื่องรีดโดยใช้ความร้อน
- จ. ใช้แรงหมุดตัวหมุดย้าด้วยความเร็ว

2. ในการย้าหมุดถ้าใช้หมุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ต้องให้ระยะห่างระหว่างตัวหมุดเท่าไร

- ก. ไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิเมตร
- ข. ไม่ต่ำกว่า 6 มิลลิเมตร
- ค. ไม่ต่ำกว่า 7 มิลลิเมตร
- ง. ไม่ต่ำกว่า 8 มิลลิเมตร
- จ. ไม่ต่ำกว่า 9 มิลลิเมตร

3. ในการย้าหมุดถ้าใช้หมุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ต้องให้ระยะห่างจากขอบเท่าไร

- ก. ไม่ต่ำกว่า 8 มิลลิเมตร
- ข. ไม่ต่ำกว่า 9 มิลลิเมตร
- ค. ไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิเมตร
- ง. ไม่ต่ำกว่า 11 มิลลิเมตร
- จ. ไม่ต่ำกว่า 12 มิลลิเมตร

4. ถ้าต้องการย้าหมุดชิ้นงานบางควรใช้เครื่องมือชนิดใดเจาะชิ้นงาน

- ก. เหล็กย้าตะเข็บ
- ข. ป้อนรีเวท
- ค. คีมย้าหมุด
- ง. เหล็กนำศูนย์
- จ. เครื่องเจาะรู

5. จากรูปต่อไปนี้ เรียกว่าอะไร



- ก. Hammer
- ข. Hand Drill
- ค. Rivet Set
- ง. Pop Rivet
- จ. Punch

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้ำหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้ำหมุด	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 2	

6. จากรูปต่อไปนี้ เรียกว่าอะไร



- ก. Hammer
 - ข. Hand Rivet Pliers
 - ค. Rivet Set
 - ง. Pop Rivet
 - จ. Punch
7. กาวสามารถแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท
- ก. 3 ประเภท
 - ข. 4 ประเภท
 - ค. 4 ประเภท
 - ง. 5 ประเภท
 - จ. 6 ประเภท
8. กาว ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศใด
- ก. อังกฤษ
 - ข. เบลเยียม
 - ค. เยอรมัน
 - ง. จีน
 - จ. ญี่ปุ่น
9. กาวที่ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกใช้สิ่งใดในการทำ
- ก. มด
 - ข. แมลง
 - ค. ปลา
 - ง. ยางไม้
 - จ. ปลวก
10. ข้อใดคือข้อเสียของการใช้กาวในการทำงาน
- ก. ระยะเวลาของการใช้งานยาวกว่าการต่อแบบกระบวนกรอื่นหลายกระบวนกร
 - ข. สามารถติดไฟได้และยังทำให้เกิดสารที่อาจเป็นพิษขึ้น
 - ค. ใช้ยึดกับชิ้นงานที่พื้นผิวงานหรือวัสดุที่มีรูปร่าง รูปทรงสลับซับซ้อน
 - ง. กาวมีสมบัติในการเป็นฉนวนกันกระแสไฟฟ้า ความร้อน และเสียงอย่างดี
 - จ. พื้นที่การกระจายของแรงบนพื้นที่ทาการมีความสม่ำเสมอ มากกว่าการใช้โบลต์ หรือการยิงรีเวท

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบกระดาคำตอบ หลังเรียน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 1	

กระดาคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 8 : ย้าหมุด โมดูลย่อย 1.1 : ย้าหมุด	ใบเฉลย แบบทดสอบหลังเรียน	หน้าที่ 25
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562

รายวิชา วัสดุช่างเชื่อม รหัสวิชา 20103-2111

บทเรียนโมดูลที่ 9

เรื่อง กาว

โดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบคำนำ	หน้าที่ ก
		แผ่นที่ : 1	

คำนำ

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 : แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและบูรณาการสถานศึกษา 3D รายวิชามาตรฐานหลักสูตรอาชีวศึกษา (20103-2111) เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นตามคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ผู้จัดทำได้จัดแบ่งเนื้อหาในโมดูลย่อย 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้สำหรับการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการสอน 9 หน่วยตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา มีการวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบุรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องงาน ทุกๆ ที่ทำให้อาสาประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

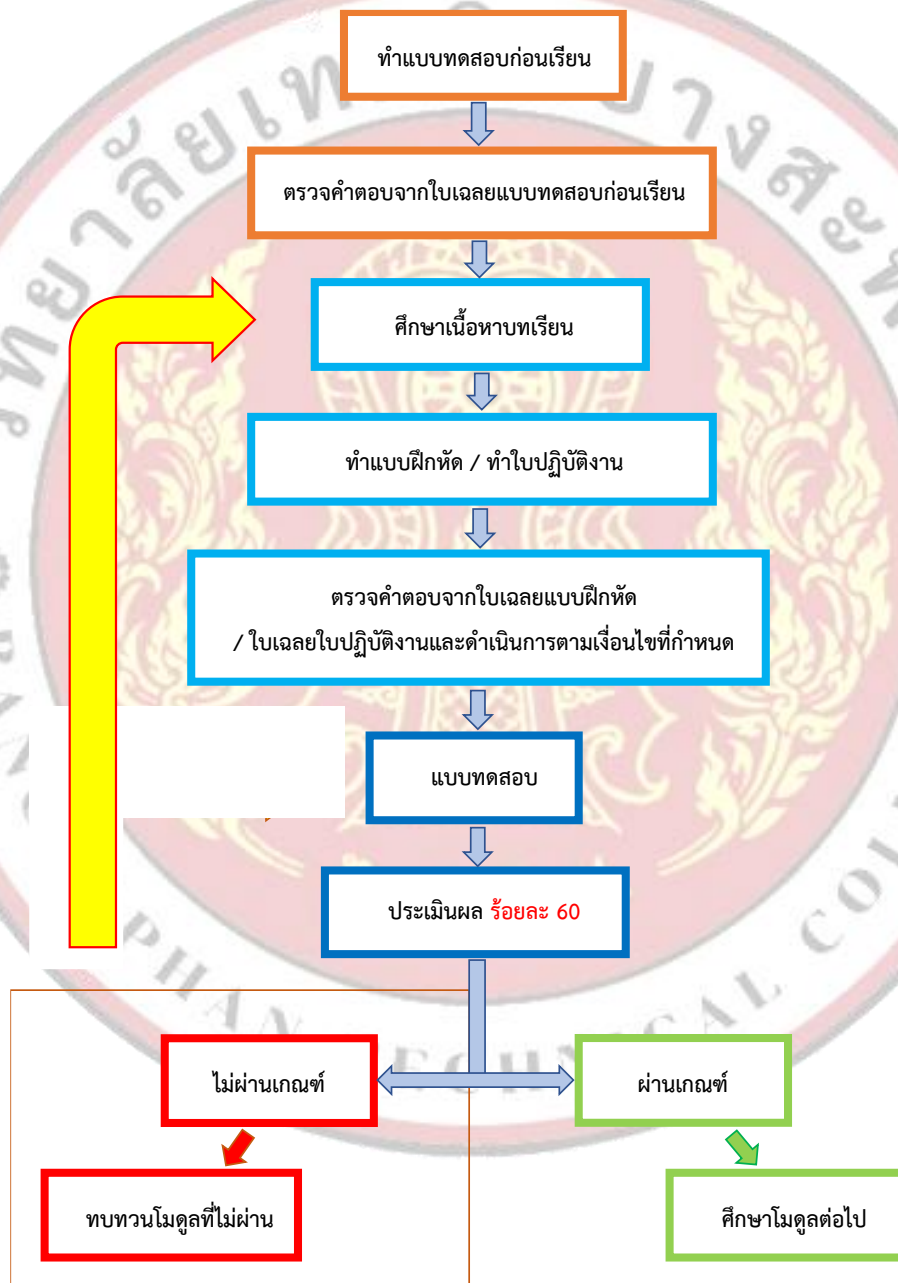
	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบสารบัญ	หน้าที่ ข
		แผ่นที่ : 1	

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ใบขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล	1
ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	2
ใบแบบทดสอบก่อนเรียน	5
ใบกระดาษคำตอบก่อนเรียน	7
ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	8
ใบจุดประสงค์	9
ใบเนื้อหา	10
ใบแบบฝึกหัด	17
ใบเฉลยแบบฝึกหัด	18
ใบปฏิบัติงาน	19
ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน	20
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	22
ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	23
ใบแบบทดสอบหลังเรียน	24
ใบกระดาษคำตอบหลังเรียน	26
ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	27

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบขั้นตอนการใช้ บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 1
		แผ่นที่ : 1	

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 2
		แผ่นที่ : 1	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโมดูลย่อย 1.1 กาว ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษราว ค.ศ.1750 โดยในครั้งนั้นได้ใช้ปลามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวขึ้น และต่อมาจึงได้มีการพัฒนาโดยการนำเอายางจากธรรมชาติ กระดุกสัตว์ แปะ และโปรตีนจากนม มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวชนิดต่าง ๆ ด้วยวิวัฒนาการที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ดังนั้นใน ค.ศ.1942 Dr.Harry Coover ซึ่งในขณะนั้นได้ปฏิบัติงานอยู่ที่ห้องทดลองของ Kodak Research Laboratories ได้ค้นพบสารเคมีที่มีชื่อว่าไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) ที่มีสมบัติเหนียวและติดแน่น เขาจึงได้ทำการเสนอให้กับทางบริษัท โกดัก แต่ทางบริษัทได้ปฏิเสธสารชนิดนี้ เนื่องจากสารชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เหนียวและติดแน่นมากเกินไป

ส่วนประกอบบทเรียนโมดูลประกอบด้วย

1. ใบแบบทดสอบก่อนเรียนและใบกระดาษคำตอบ
2. ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ใบจุดประสงค์
4. ใบเนื้อหา
5. ใบแบบฝึกหัด/ใบสั่งงาน/ใบปฏิบัติงาน
6. ใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยใบปฏิบัติงาน
7. ใบแบบทดสอบหลังเรียนและใบกระดาษคำตอบ
8. ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบคำชี้แจงการใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 3
		แผ่นที่ : 2	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

คำแนะนำในการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหลักการและเหตุผล (Prospectus) และจุดมุ่งหมาย (Objectives) ของบทเรียนโมดูลให้เข้าใจ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอนการใช้อย่างเคร่งครัด
3. ผู้เรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่เปิดดูใบเฉลยคำตอบก่อนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเรียนด้วยตนเองและไม่เกิดความเข้าใจที่แท้จริง
4. บทเรียนโมดูลนี้ ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ตามความต้องการ ความพร้อมและความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาเรียน และสถานที่เรียน

ขั้นตอนการใช้บทเรียนโมดูล

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยทำเฉพาะข้อที่ผู้เรียนมีความรู้แท้จริง โปรดอย่าเดาคำตอบ ถ้าข้อใดไม่มีความรู้ให้ข้ามข้อนั้นไป โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
2. ดูเฉลยใบแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วประเมินผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนโดยไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในการเรียนบทเรียนโมดูลนี้
3. ให้ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากใบเนื้อหาให้มีความรู้ความเข้าใจ
5. เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ใบปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น ๆ ลงในใบแบบฝึกหัด / ใบปฏิบัติงาน
6. เมื่อทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานแล้วให้ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกหัด/ใบเฉลยการปฏิบัติงาน
7. ถ้าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้กลับไปเรียนเนื้อหาเดิม และทำแบบฝึกหัด/ปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำลงในกระดาษคำตอบ
9. ตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน
10. ถ้าผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดผู้เรียนต้องเรียนซ่อมเสริมบทวนเนื้อหาของบทเรียนโมดูลนี้ จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบคำชี้แจงการ ใช้บทเรียนโมดูล	หน้าที่ 4
		แผ่นที่ : 3	

คำชี้แจงใช้บทเรียนโมดูล 1.1

หลักการและเหตุผล (Prospectus)

กาว ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษราว ค.ศ.1750 โดยในครั้งนั้นได้ใช้ปาลามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวขึ้น และต่อมาจึงได้มีการพัฒนาโดยการนำเอายางจากธรรมชาติ กระดูกสัตว์ แป้ง และโปรตีนจากนมมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวชนิดต่าง ๆ ด้วยวิวัฒนาการที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ดังนั้นใน ค.ศ.1942 Dr.Harry Coover ซึ่งในขณะนั้นได้ปฏิบัติงานอยู่ที่ห้องทดลองของ Kodak Research Laboratories ได้ค้นพบสารเคมีที่มีชื่อว่าไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) ที่มีสมบัติเหนียวและติดแน่น เขาจึงได้ทำการเสนอให้กับทางบริษัท โกดัก แต่ทางบริษัทได้ปฏิเสธสารชนิดนี้ เนื่องจากจากสารชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เหนียวและติดแน่นมากเกินไป

จุดมุ่งหมาย (Objective)

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาและทดสอบผ่านบทเรียนโมดูลย่อยนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถในการใช้การ

ความรู้พื้นฐาน (Prerequisites)

ในการเรียนบทเรียนโมดูลย่อยนี้ให้ได้ผลดี ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการใช้การ



ส่วนที่ 1

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 5
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- ถ้าต้องการยึดวัสดุที่เป็นพลาสติก ต้องเลือกกาวชนิดใด
 - ไซยาโนอะคริเลท (Cyanoacrylate)
 - อะคริลิกชนิดดัดแปลง (Modified Acrylic)
 - อะนาอีโรบิก (Anaerobic)
 - อีพ็อกซี (Epoxy)
 - โพลียูรีเทน (Polyurethane)
- กาวชนิดใด ทนต่อความชื้นได้ดี
 - ไซยาโนอะคริเลท (Cyanoacrylate)
 - อะคริลิกชนิดดัดแปลง (Modified Acrylic)
 - อะนาอีโรบิก (Anaerobic)
 - อีพ็อกซี (Epoxy)
 - โพลียูรีเทน (Polyurethane)
- กาวที่ได้จากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ เหมาะกับการใช้งานใด
 - อุตสาหกรรมกระจก
 - อุตสาหกรรมยางรถยนต์
 - อุตสาหกรรมรองเท้า
 - ใช้งานในอุตสาหกรรมบรรจุหีบห่อ
 - เครื่องเคลือบดินเผา
- กาวอีพ็อกซี ต้องเก็บในสถานที่ใดจึงจะสามารถยืดอายุออกไปได้อีก
 - ในที่มืดอุณหภูมิต่ำ
 - ในอุณหภูมิห้องปกติ
 - อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส
 - ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
 - ที่มีแสงส่องตลอดเวลา
- โดยปกติแล้วกาวอีพ็อกซีจะแข็งตัวเต็มที่ในเวลาเท่าไร

ก. 10 ชั่วโมง	ข. 16 ชั่วโมง
ค. 18 ชั่วโมง	ง. 24 ชั่วโมง
จ. 36 ชั่วโมง	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	หน้าที่ 6
		แผ่นที่ : 1	

6. สิ่งสำคัญก่อนที่จะใช้กาวอีพ็อกซี ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือข้อใด

- ก. ล้างผิวชิ้นงานด้วยแอลกอฮอล์
- ข. ใช้ตะไบหรือกระดาษทรายขัดผิวหน้า
- ค. ใช้วาสลันทาผิวงานบาง ๆ
- ง. ต้องกำจัดฝุ่นและคราบน้ำมันออกเสียให้หมด
- จ. ทาตัวเร่งให้กาวแข็งที่ผิวบาง ๆ

7. กาวอีพ็อกซี เหมาะสำหรับการใช้งานใด

- ก. ติดตั้งผนังเบา
- ข. ยึดแปงานโครงหลังคา
- ค. งานไม้เฟอร์นิเจอร์
- ง. เชื่อมเหล็กต่อคาน
- จ. ผลิตภัณฑ์กระดาษแข็ง

8. กาวอีพ็อกซี สามารถเก็บได้นานประมาณกี่ปี

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 6

9. สิ่งสำคัญของการใช้กาวอีพ็อกซีที่ช่วยให้กาวยึดติดได้คือข้อใด

- ก. ใช้น้ำล้างทำความสะอาดชิ้นงาน
- ข. กำจัดฝุ่นและคราบน้ำมันออกเสียให้หมด
- ค. ใช้กระดาษทรายหรือตะไบขัดผิวหน้าก่อน
- ง. ใช้ความร้อนอุ่นชิ้นงานก่อนใช้กาว
- จ. ใช้งานอุณหภูมิไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส

10. กาวชนิดใดเหมาะสำหรับใช้งานเชื่อมเหล็กต่อคาน

- ก. กาวยาง
- ข. กาวเคมีชนิดแข็ง
- ค. กาวเย็น
- ง. อีพ็อกซี
- จ. กาวร้อน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบกระดาศำตอบ ก่อนเรียน	หน้าที 7
		แผ่นที : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที 1.1

ชือ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นัศศึษา.....

ชือ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				



Scan QR code
เพื่อทำข้อสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้คะแนน คะแนน
สรุปผล () ผ่านเกณฑ์
() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชือ ผู้ตรวจ
(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเฉลย แบบทดสอบก่อน เรียน	หน้าที่ 8
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก



ส่วนที่ 2

การรวบรวมเนื้อหา และสร้างใบงาน/
ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบจุดประสงค์	หน้าที่ 9
		แผ่นที่ : 1	

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายประวัติของกาว
2. อธิบายข้อดีและข้อเสียของการใช้กาว
3. อธิบายชนิดของกาว



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 10
		แผ่นที่ : 1	

ประวัติของกาว

กาว ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษราว ค.ศ.1750 โดยในครั้งนั้นได้ใช้ปลามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวขึ้น และต่อมาจึงได้มีการพัฒนาโดยการนำเอายางจากธรรมชาติ กระดุกสัตว์ แป้ง และโปรตีนจากนมมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวชนิดต่าง ๆ ด้วยวิวัฒนาการที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ดังนั้นใน ค.ศ.1942 Dr.Harry Coover ซึ่งในขณะนั้นได้ปฏิบัติงานอยู่ที่ห้องทดลองของ Kodak Research Laboratories ได้ค้นพบสารเคมีที่มีชื่อว่าไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) ที่มีสมบัติเหนียวและติดแน่น เขาจึงได้ทำการเสนอให้กับทางบริษัท โกดัก แต่ทางบริษัทได้ปฏิเสธสารชนิดนี้ เนื่องจากจากสารชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เหนียวและติดแน่นมากเกินไป

ใน ค.ศ.1951 Dr.Harry Coover ได้ร่วมมือกับ Dr.Fred Joyner นำเอาสารไซยาโนอะคริเลตกลับมาทำการวิจัยใหม่ โดยในขณะนั้น Dr.Harry Coover ได้ย้ายจากบริษัท โกดัก มาอยู่ที่ The Eastman Company ในรัฐเพนเนลเซียสหรัฐอเมริกา ในระหว่างที่พวกเขา กำลังทำการวิจัยเกี่ยวกับความต้านทานทางด้านความร้อนของอะคริเลตโพลิเมอร์ (Acrylate-polymer) สำหรับใช้ในการทำหลังคา (Canopies) ของเครื่องบินเจ็ต เมื่อ Dr.Fred Joyner กำลังขยายฟิล์มเพื่อดูสารเอทิลไซยาโนอะคริเลต (Ethylcyanoacrylate) เขาได้เห็นผลึกของสารชนิดนี้จึงเกิดความสนใจขึ้นมา และได้ทำการวิจัยอย่างจริงจังกับคูเวอร์ จนกระทั่งฝันของคูเวอร์ก็เป็นจริง เมื่อนำเอาสารอะคริเลตโพลิเมอร์ผลิตออกมาเป็นสินค้าใน ค.ศ.1958 ในชื่อของ The Eastman Compound # 910 และเรียกกันจนติดปากว่า ซุปเปอร์กลู (Super Glue)

ข้อดีและข้อเสียของการใช้กาว

ข้อดีของการใช้กาวมีดังนี้

1. ความสามารถในการยึดติดกับวัสดุได้หลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับการใช้งานที่แตกต่างกัน ทั้งชนิดของวัสดุ ความแข็งแรงในการใช้งาน และความหนาของวัสดุ
2. พื้นผิวงานที่ไม่เรียบ ขรุขระ ที่ไม่สามารถใช้การยึดติดกันด้วยสกรูหรือรีเวทก็สามารถทำให้ยึดติดกันและดูสวยงามได้
3. ใช้ยึดกับชิ้นงานที่พื้นผิวงานหรือวัสดุที่มีรูปร่าง รูปทรงสลับซับซ้อน ไม่สามารถยึดติดกันได้ด้วยวิธีอื่น
4. พื้นที่การกระจายของแรงบนพื้นที่ทา กาวมีความสม่ำเสมอ มากกว่าการใช้โบลต์ หรือการยิงรีเวท โดยเฉพาะกับวัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ จะทำให้ไม่เสียความแข็งแรง ช่วยให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเบา และราคาประหยัด
5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มความยืดหยุ่นและลดแรงกระแทกให้กับชิ้นงาน
6. ทำให้น้ำหนักของชิ้นงานลดลง และยังไม่มีรูอีกด้วย ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
7. ใช้กับวัสดุที่ไม่ทนทานกับความร้อนได้

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 11
		แผ่นที่ : 2	

8. กาวมีสมบัติในการเป็นฉนวนกันกระแสไฟฟ้า ความร้อน และเสียงอย่างดี และช่วยลดหรือป้องกันการเกิดสนิมกับวัสดุประเภทเหล็กได้ดี

9. ลดค่าใช้จ่ายกว่าการต่อด้วยกระบวนการอื่น ลดขั้นตอนการทำงานอื่น ๆ ไม่เพิ่มน้ำหนักของชิ้นงานมาก

ข้อเสียของการใช้กาวมีดังนี้

1. การยึดติดโดยวิธีการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ๆ อาจจะทำให้เกิดการขยายตัวระหว่างตัวกาวเองกับพื้นผิวของส่วนที่ยึดติดซึ่งอาจทำให้เกิดการดึง
2. ความแข็งแรงของการยึดติดจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าการเชื่อมหรือการยึดติดโดยใช้เครื่องกล
3. ระยะเวลาของการใช้งานสั้นกว่าการต่อแบบกระบวนการอื่นหลายกระบวนการ และถ้าเลือกใช้กาวที่ไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้
4. กาวบางชนิดที่ใช้น้ำยาผสมทำละลายเป็นตัวประสานหลายชนิด สามารถติดไฟได้และยังทำให้เกิดสารที่อาจเป็นพิษขึ้น
5. การซ่อมแซมบริเวณที่ใช้กาวไปแล้วอาจเป็นไปได้ยากเมื่อต้องการซ่อมแซม
6. การควบคุมกระบวนการติดตั้งอย่างเข้มงวดและการทำชิ้นงานตัวอย่าง เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง
7. ผู้ใช้กาวในงานต้องมีความชำนาญในการติดตั้ง เช่น การเตรียมพื้นผิว การเลือกชนิดของกาว การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของชิ้นงานในระยะยาว เป็นต้น

กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

กาวที่ใช้ในวงการก่อสร้างมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ที่เป็นที่ตกลงกันในระหว่างความเห็นของผู้เชี่ยวชาญนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นกาวที่สามารถหาได้ในท้องตลาด เช่น อะนาอีโรบิก (Anaerobic) อะคริลิกชนิดดัดแปลง (Modified Acrylic) ไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) อีพอกซี (Epoxy) และพอลิยูรีเทน (Polyurethane) การแบ่งประเภทนี้จะแบ่งตามสมบัติทางเคมี ความสามารถในการรับน้ำหนัก ความแข็งแรงทนทานเมื่อนำมาใช้ก่อสร้าง รวมทั้งการต้านทานต่อสภาพแวดล้อม สมบัติของกาวชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 12
		แผ่นที่ : 3	

แสดงสมบัติของกาวชนิดต่าง ๆ

คุณสมบัติ	อะนาอีโรบิก	อะคริลิก ชนิดดัดแปลง	ไซยาโน อะครีเลต	อีพอกซี	โพลียูรีเทน
การยึดติดกับวัสดุ	เหล็ก กระดาษ เทอร์โมเซต	วัสดุผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน	เหล็ก พลาสติก	ส่วนมากใช้ได้	วัสดุผิวเรียบ มีรูพรุนได้
อุณหภูมิใช้งาน (°c)	-55 ถึง 149	-73 ถึง 250	-55 ถึง 79	-55 ถึง 121	-157 ถึง 79
การต้านทานแรงกระแทก	พอใช้	ดี	แย่	แย่	ดีมาก
แรงเฉือน Ksi (Mpa)	2.50 (17.50)	3.70 (25.90)	2.70 (18.90)	2.20 (15.40)	2.20 (15.40)
แรงดึง piw (N/m)	10 (1750)	30 (5250)	3 (<525)	3 (<525)	80 (14000)
ใช้ความร้อนหรือการผสม	ไม่	ไม่	ไม่	ใช่	ใช่
ทนทานต่อตัวทำละลาย	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดี
ทนทานต่อความชื้น	ดี	ดี	แย่	ดีมาก	พอใช้
กลิ่น	อ่อน	แรง	ปานกลาง	อ่อน	อ่อน
เป็นพิษ	น้อย	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง
การติดไฟ	น้อย	มาก	น้อย	น้อย	น้อย
ช่องว่าง นิ้ว (มิลลิเมตร)	0.025 (0.635)	0.030 (0.762)	0.010 (0.254)	ไม่มี	ไม่มี

ชนิดของกาว

การแบ่งประเภทต่าง ๆ ของกาวโดยพิจารณาองค์ประกอบทางเคมี สามารถแบ่งได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ผลิภัณฑ์ทางธรรมชาติ ได้แก่ กาวที่มีวัตถุดิบที่มาจากพืชต่าง ๆ อวัยวะของสัตว์ เช่น หนังหรือกระดูก เป็นต้น กาวประเภทนี้นิยมใช้กับงานกระดาษชนิดต่าง ๆ แผ่นฟรอยด์ งานไม้ นอกจากนี้ยังใช้งานในอุตสาหกรรมบรรจุหีบห่อ กาวที่ได้จากอวัยวะของสัตว์มักจะมีกำลังในการรับน้ำหนักได้ดีกว่ากาวที่ได้จากพืช และทนต่อความชื้นได้ดีกว่าด้วย ซึ่งส่วนมากแล้วจะใช้กับงานไม้และอุตสาหกรรมไม้อัด อย่างไรก็ตาม กาวประเภทนี้ไม่สามารถทนต่อสภาพอากาศในระยะเวลานาน ๆ ได้ ทำให้อายุการใช้งานน้อย ลักษณะของกาวที่ได้ผลิภัณฑ์ทางธรรมชาติ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะกาวแป้งเปียกจากมันสำปะหลัง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 13
		แผ่นที่ : 3	

2. เทอร์มอพลาสติก (Thermoplastics) ได้แก่ เรซินที่มาจากธรรมชาติและได้จากสารสังเคราะห์ กาวประเภทนี้เมื่อถูกความร้อน จะเปลี่ยนสมบัติทางกายภาพได้ เช่น อ่อนตัวลงหรือละลายได้ อีกทั้งเมื่อถูกแรงกดหนัก ๆ อาจเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้นกาวประเภทนี้จึงเหมาะกับการรับน้ำหนักไม่มากและไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสภาพอากาศต่างกันมาก ๆ กาวประเภทนี้สามารถใช้ติดกับวัสดุประเภทไม้ พลาสติก หรือวัสดุที่มีรูพรุนได้ นอกจากนี้ยังเหมาะกับการที่ออกแบบให้รอยต่อ มีลักษณะพับได้ ซ้อนทับกันได้ หรือเป็นกาวเสริมช่วยให้แข็งแรงมากขึ้น ใช้กับงานบรรจุหีบห่อ เฟอร์นิเจอร์ งานตกแต่งภายใน และอุตสาหกรรมรองเท้า กาวประเภทนี้มีสมบัติในการยึดติดได้ดีกว่ากาวที่ได้จากผลิตภัณฑ์ของพืชและสัตว์ และมีสมบัติที่ทนต่อความชื้นและการเสื่อมสภาพได้ดี ได้แก่ พอลิเอไธลีน (Polyethylene) พอลิสไตรีน (Polystyrene) พอลิคาร์บอนเนต (Polycarbonates) และพอลิอะไมด์ (Polyamides)

3. เทอร์โมเซต (Thermosets) ได้แก่ พอลิเมอร์ที่เป็นสารสังเคราะห์และเรซิน กาวประเภทนี้สามารถทำให้แข็งตัวได้ด้วยการใช้ความร้อนหรือให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งแตกต่างจากกาวเทอร์มอพลาสติกตรงที่จะไม่ละลายหรืออ่อนตัวลงเมื่อถูกความร้อนอีกครั้ง กาวบางชนิดสามารถแข็งตัวได้ที่อุณหภูมิห้อง แต่หากจะให้กระบวนการแข็งตัวรวดเร็วขึ้นจะใช้ความร้อนเพื่อเร่งปฏิกิริยาและยังทำให้เพิ่มสมบัติการยึดติดได้ดีขึ้นด้วย กาวประเภทนี้มีทั้งรูปแบบที่เป็นสารเคมี 2 ส่วนผสมกันเพื่อให้แข็งตัว หรือรูปแบบสารเคมีชนิดเดียวที่ใช้ความร้อนทำให้แข็งตัว ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่เลือกใช้สารเคมีที่ใช้กับกาวประเภทนี้มักจะให้ความแข็งแรงสูง สามารถใช้กับงานโครงสร้างบางประเภทได้ ส่วนมากการรับแรงกดจะดีมาก แต่การรับแรงดึงพอใช้ ดังนั้นการยึดติดจึงมีความแข็งแรง แต่จะมีความเปราะ แตกง่าย สมบัติในการยืดหยุ่นน้อย พอลิเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบของกาวประเภทนี้ ได้แก่ อะมิโน (Amino) ฟีนอลิก (Phenolic) อีพอกซี - เรซิน (Epoxy Resins) พอลิเอสเตอ์ - เรซิน (Polyester Resins) กาวประเภทนี้สามารถใช้ได้กับงานไม้ เหล็ก กระจก งานโครงสร้าง หากได้ผสมกับสารเคมีประเภทอีลาสโตเมอร์

4. อีลาสโตเมอร์ (Elastomers) ได้แก่ กาวที่ได้จากวัตถุดิบประเภทยางทั้งจากธรรมชาติและสารสังเคราะห์ โดยทั่วไปแล้วกาวประเภทอีลาสโตเมอร์จะมีสมบัติในการรับแรงได้น้อย แต่มีความยืดหยุ่นสูงมาก ใช้กับการยึดติดผิวงานประเภทกระดาษ ผ้า หรือยาง ซึ่งไม่มีแรงกดมากหรือมักจะใช้เป็นส่วนผสมกับกาวพอลิเมอร์ 2 ส่วน กาวประเภทนี้สามารถอ่อนตัวลงได้เช่นเดียวกับกาวเทอร์มอพลาสติกแต่จะไม่หลอมละลายจนหมด กาวประเภทนี้เป็นยาง ดังนั้นสมบัติในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความทนทาน การยึดติด การกันน้ำ การเคลือบผิว จะเหมือนกับยาง กาวอีลาสโตเมอร์ ได้แก่ ไนทริล (Nitrile) นีโอพรีน (Neoprene) ยางซิลิโคน (Silicone Rubbers) และยางพอลิไอโซบิวไทลีน (Polyisobutylene Rubbers)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 14
		แผ่นที่ : 3	

5. องค์ประกอบของพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน ได้แก่ กาวที่ได้จากสารเคมีทั้งกาวเทอร์มอพลาสติก เทอร์โมเซต และอีลาสโตเมอร์ ส่วนมากแล้วจะเป็นการผสมกันระหว่างเรซิน - เทอร์โมเซต และอีลาสโตเมอร์ หรือกาวเทอร์มอพลาสติก โดยส่วนผสมนั้นจะเหมาะสมกับงานตามความต้องการเฉพาะกิจ เรซินที่เพิ่มยางเข้าไปจะช่วยให้การยึดติดได้ดีขึ้น และทนต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นได้ และยังมีคุณสมบัติเหนียวในตัวได้ดี ไม่เปราะและแตกง่าย กาวประเภทนี้ยังนิยมใช้กับงานโครงสร้างผนัง 2 ชั้น โดยเฉพาะการยึดติดวัสดุประเภทโลหะ และลามิเนตกับแผ่นกระดาษรังผึ้งหรือโฟมที่เป็นฉนวนตรงกลาง กาวสังเคราะห์ที่ใช้ ได้แก่ ฟีนอลิก - พอลิไวนิล อะซิเตล (Phenolic-polyvinyl Acetal) ซึ่งสามารถรับแรงดึง แรงเฉือน และแรงกดได้ดี แต่ก็มีแนวโน้มว่าจะอ่อนตัวลงเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง กาวประเภทที่มีองค์ประกอบของพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน มีทั้งในรูปแบบที่เป็นแผ่นฟิล์มของเหลว หรือผงกาว ซึ่งในกระบวนการยึดติดต้องใช้แรงอัดและความร้อนสูงเพื่อให้เกิดการแข็งตัว สำหรับการผสมเรซิน เทอร์โมเซต กับกาวประเภทนี้จะทนต่อสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงได้ เช่น อีพอกซี (Epoxy) และฟีนอลิก - เรซิน (Phenolic Resins) เป็นต้น ลักษณะของกาวพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน

แสดงสมบัติและการใช้งานของกาวชนิดต่าง ๆ

ชนิด	รูปแบบลักษณะ	การใช้งาน
ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ	- แป้ง กาวจากสัตว์และปลาพิษพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ยางไม้ - ของเหลว แป้งเหนียว ของแข็ง และผง	- กระดาษ ไม้คอร์ก วัสดุติดผ้า ไม้ทำเฟอร์นิเจอร์ พลาสติก และเหล็ก - งานปักอาศัยโดยทั่วไป อุตสาหกรรม การบรรจุภัณฑ์ และการประกอบยึดติดกัน อย่างง่าย ๆ เร็ว ๆ
เทอร์มอพลาสติก	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม และของแข็ง	- ไม้ พลาสติก ผนัง ผ้าและกระดาษ ยกเว้นเหล็ก - การยึดติดวัสดุที่รับแรงดึงและแรงกดน้อย
เทอร์โมเซต	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม แป้งเหนียว และผง	- เหล็ก แก้ว ไม้ เครื่องเคลือบดินเผา - การยึดติดโครงสร้างที่ต้องรับแรงกด เป็นหลัก ส่วนมากใช้กับงานเหล็กและไม้
อีลาสโตเมอร์	- แผ่นฟิล์ม และของเหลว	- พลาสติก ยาง ผ้า และหนัง - ใช้กับการยึดติดที่ไม่รับแรงกด วัสดุ น้ำหนักเบา และต้องการความยืดหยุ่น ในระหว่างใช้งาน
องค์ประกอบของพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม และแป้งเหนียว	- เหล็ก แก้ว เครื่องเคลือบดินเผา และ งานโครงสร้าง - โครงสร้างหลักที่รับน้ำหนักมาก โดย เฉพาะแรงกด รวมทั้งงานในสภาพอากาศ ที่รุนแรง ทั้งความร้อนและความชื้นสูง

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 15
		แผ่นที่ : 3	

กาวที่ใช้ในงานโลหะ

การใช้งานของกาวอีพอกซี

กาวอีพอกซี วิธีใช้อย่างถูกต้องในช่วงก่อนกาวจะแข็งตัวก็คือ ถ้าต้องจะนำกาวชนิดนี้ไปเชื่อมติดหรืออุดซ่อมแซมสิ่งใด จะเริ่มต้นจากทำความสะอาดวัสดุที่จะนำไปติดเสียก่อน สิ่งสำคัญ คือ ต้องกำจัดฝุ่นและคราบน้ำมันออกเสียให้หมด กรณีถ้ามีฝุ่นอาจทำให้การประสานเชื่อมทำได้ไม่แนบสนิท คราบน้ำมันก็เช่นกัน แต่ที่ต้องระวังมากขึ้นก็คือ คราบน้ำมันอาจทำปฏิกิริยาบางอย่างกับตัวกาวและทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้ และถ้าวัสดุที่จะนำกาวไปติดนั้นเป็นรอยแยกและรอยมีความขรุขระมากก็ให้หากระดาษทรายไปขัดขอบรอยแยกให้เรียบเสียก่อนการเชื่อมประสานก็จะแน่นมากยิ่งขึ้น



กาวอีพอกซี

กาวอีพอกซีเป็นกาวที่ค่อนข้างแห้งเร็ว และเมื่อแห้งแล้วจะแข็งเหมือนหิน ถ้ากาวแห้งแล้วจะมาแก้ไขอะไรจะทำได้ยาก ฉะนั้นก่อนกาวแข็งตัวจึงเก็บรายละเอียดงานและตรวจเช็คความเรียบร้อยของพื้นผิวงานให้ดีเสียก่อน อีกอย่างหนึ่งสำหรับกาวอีพอกซี วิธีใช้อีกจุดหนึ่งที่สำคัญมองข้ามไม่ได้ก็คือ การทำความสะอาดทั้งพื้นผิวที่ติดและในส่วนของร่างกายของผู้ใช้งาน แม้จะระวังอย่างไรก็ตามก็เป็นไปได้ว่าอาจจะมีส่วนของกาวที่เลอะเทอะพื้นผิวส่วนอื่น หรือมาถูกร่างกายของเรา และต้องรีบทำความสะอาดโดยใช้เอทานอลก่อนที่กาวจะแห้งและแข็งตัว เพราะจะทำความสะอาดได้ง่ายกว่าขั้นตอนการใช้งานกาวอีพอกซี ดังแสดงในรูป



ก) บีบกาวทั้งสอง



ข) ผสมกาวทั้งสองส่วนให้เข้ากัน



ค) ทากาวบริเวณที่ชิ้นงาน

แสดงขั้นตอนการใช้งานกาวอีพอกซี

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 16
		แผ่นที่ : 3	

การจะเก็บรายละเอียดงานหรือตกแต่งชิ้นงานที่มีการเชื่อมประสานด้วยกาวอีพอกซีจะต้องรอให้กาวแห้งสนิทเสียก่อน รอให้กาวแห้งจนแข็งจึงทำให้การตกแต่งได้สะดวก ไม่ควรทำในขณะที่กาวเริ่มเซตตัวประสานพื้นผิวหรือชิ้นงาน จะต้องรอให้กาวแห้งจริง ๆ เสียก่อน ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้พื้นผิวเสีย หรือต้องมาเสียเวลาขัดหรือขัดตัวกาวออก ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายเหมือนกัน สิ่งที่น่ารู้ในเรื่องกาวอีพอกซี วิธีใช้อย่างถูกต้อง ทั้งก่อนและหลังกาวแข็งตัว อย่างไรก็ตามก่อนใช้งานกาวอีพอกซีกับงานใด ๆ ควรอ่านและศึกษาคู่มือผลิตภัณฑ์ให้ดีการทำงานจะได้ไม่พลาดนั่นเอง

กาวอีพอกซีอีกชนิดหนึ่งเป็นกาวที่มีแรงยึดเกาะสูงเป็นกาวเชื่อม อุด ยึดเกาะวัสดุนานาชนิดให้ติดแน่น มีความแข็งแรงทนทาน รับน้ำหนักได้มากกว่าปกติ ใช้ได้ดีกับงานซ่อมแซมรอยแตกหัก เชื่อมเหล็กต่อคาน เสริมพื้นปูน ติดตั้งแท่นเหล็ก แท่นเครื่องเพื่อรับน้ำหนัก เนื่องจากมีแรงยึดเกาะสูงทำให้สามารถใช้ติดวัสดุได้หลากหลายชนิด สามารถใช้ในงานก่อสร้างได้ดี เนื่องจากการรับน้ำหนักได้มาก ติดแน่น มีความแข็งแรง และทนทาน สามารถใช้เชื่อมเหล็ก คอนกรีต ยาง พลาสติกและอื่น ๆ หรือสำหรับใช้ในการก่อสร้าง เช่น ซ่อมแซม รอยแตกหัก เชื่อมเหล็กต่อคาน เสริมพื้นปูนติดตั้งแท่นเหล็ก ปรับพื้นเพื่อรับแรง และน้ำหนัก เป็นต้น มีความแข็งแรง ทนทาน ลักษณะการใช้งานเชื่อมเหล็กต่อคาน ดังแสดงในรูป



ก) เจาะคานที่ต้องการ



ข) ใส่กาวในรู



ค) เสียบเหล็กต่อคาน

แสดงขั้นตอนการใช้งานกาวอีพอกซี

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบแบบฝึกหัด	หน้าที่ 17
		แผ่นที่ : 1	

ใบแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ มาพอสังเขป

1. กาว หมายถึงอะไร

2. บอก ประวัติของกาว

3. บอกข้อดีของการใช้กาว

4. บอกข้อเสียของการใช้กาว

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเฉลย แบบฝึกหัด	หน้าที่ 18
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยแบบฝึกหัดโมดูลย่อยที่ 1.1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. กาว หมายถึงอะไร

กาว ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษราว ค.ศ.1750 โดยในครั้งนั้นได้ใช้ปาล์มเป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวขึ้น และต่อมาจึงได้มีการพัฒนาโดยการนำเอายางจากธรรมชาติ กระดุกสัตว์ แป้ง และโปรตีนจากนม มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวชนิดต่าง ๆ ด้วยวิวัฒนาการที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ดังนั้นใน ค.ศ.1942 Dr.Harry Coover ซึ่งในขณะนั้นได้ปฏิบัติงานอยู่ที่ห้องทดลองของ Kodak Research Laboratories ได้ค้นพบสารเคมีที่มีชื่อว่าไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) ที่มีสมบัติเหนียวและติดแน่น เขาจึงได้ทำการเสนอให้กับทางบริษัท โกดัก แต่ทางบริษัทได้ปฏิเสธสารชนิดนี้ เนื่องจากสารชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เหนียวและติดแน่นมากเกินไป

2. บอก ประวัติของกาว

ใน ค.ศ.1951 Dr.Harry Coover ได้ร่วมมือกับ Dr.Fred Joyner นำเอาสารไซยาโนอะคริเลตกลับมาทำการวิจัยใหม่ โดยในขณะนั้น Dr.Harry Coover ได้ย้ายจากบริษัท โกดัก มาอยู่ที่ The Eastman Company ในรัฐเทนเนสซีสหรัฐอเมริกา ในระหว่างที่พวกเขา กำลังทำการวิจัยเกี่ยวกับความต้านทานทางด้านความร้อนของอะคริเลตโพลิเมอร์ (Acrylate-polymer) สำหรับใช้ในการทำหลังคา (Canopies) ของเครื่องบินเจ็ต เมื่อ Dr.Fred Joyner กำลังขยายฟิล์มเพื่อดูสารเอธิลไซยาโนอะคริเลต (Ethylcyanoacrylate) เขาได้เห็นผลึกของสารชนิดนี้จึงเกิดความสนใจขึ้นมา และได้ทำการวิจัยอย่างจริงจังกับคูเวอร์ จนกระทั่งฝันของคูเวอร์ก็เป็นจริงเมื่อนำเอาสารอะคริเลตโพลิเมอร์ผลิตออกมาเป็นสินค้าใน ค.ศ.1958 ในชื่อของ The Eastman Compound # 910 และเรียกกันจนติดปากว่า ซูเปอร์กลู (Super Glue)

3. บอกข้อดีของการใช้กาว

ข้อดีของการใช้กาวมีดังนี้

1. ความสามารถในการยึดติดกับวัสดุได้หลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับการใช้งานที่แตกต่างกัน ทั้งชนิดของวัสดุ ความแข็งแรงในการใช้งาน และความหนาของวัสดุ
2. พื้นผิวงานที่ไม่เรียบ ขรุขระ ที่ไม่สามารถใช้การยึดติดกันด้วยสกรูหรือรีเวทก็สามารถทำให้ยึดติดกันและดูสวยงามได้
3. ใช้ยึดกับชิ้นงานที่พื้นผิวงานหรือวัสดุที่มีรูปร่าง รูปทรงสลับซับซ้อน ไม่สามารถยึดติดกันได้ด้วยวิธีอื่น

4. พื้นที่การกระจายของแรงบนพื้นที่ทาการมีความสม่ำเสมอ กัน มากกว่าการใช้โบลต์ หรือการยิงรีเวท โดยเฉพาะกับวัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ จะทำให้ไม่เสียความแข็งแรง ช่วยให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเบา และราคาประหยัด

5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มความยืดหยุ่นและลดแรงกระแทกให้กับชิ้นงาน

6. ทำให้น้ำหนักของชิ้นงานลดลง และยังไม่มีรูอีกด้วย ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

7. ใช้กับวัสดุที่ไม่ทนทานกับความร้อนได้

8. การมีสมบัติในการเป็นฉนวนกันกระแสไฟฟ้า ความร้อน และเสียงอย่างดี และช่วยลดหรือป้องกันการเกิดสนิมกับวัสดุประเภทเหล็กได้ดี

9. ลดค่าใช้จ่ายกว่าการต่อดัวยกระบวนกรอื่น ลดขั้นตอนการทำงานอื่น ๆ ไม่เพิ่มน้ำหนักของชิ้นงานมาก

4. บอกข้อเสียของการใช้กา

ข้อเสียของการใช้กา

1. การยึดติดโดยวิธีการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ๆ อาจจะทำให้เกิดการขยายตัวระหว่างตัวกาเองกับพื้นผิวของส่วนที่ยึดติดซึ่งอาจทำให้เกิดการดึง

2. ความแข็งแรงของการยึดติดจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าการเชื่อมหรือการยึดติดโดยใช้เครื่องกล

3. ระยะเวลาของการใช้งานสั้นกว่าการต่อแบบกระบวนกรอื่นหลายกระบวนกร และถ้าเลือกใช้กาที่ไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้

4. กาบางชนิดที่ใช้น้ำยาผสมทำละลายเป็นตัวประสานหลายชนิด สามารถติดไฟได้และยังทำให้เกิดสารที่อาจเป็นพิษขึ้น

5. การซ่อมแซมบริเวณที่ใช้กาไปแล้วอาจเป็นไปได้ยากเมื่อต้องการซ่อมแซม

6. การควบคุมกระบวนกรติดตั้งอย่างเข้มงวดและการทำชิ้นงานตัวอย่าง เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

7. ผู้ใช้กาในงานต้องมีความชำนาญในการติดตั้ง เช่น การเตรียมพื้นผิว การเลือกชนิดของกา การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของชิ้นงานในระยะยาว เป็นต้น

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบปฏิบัติงาน	หน้าที่ 19
		แผ่นที่ : 1	

ใบปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....
คำชี้แจง : ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดเห็นดังคำถามต่อไปนี้ต่อไปนี้

1. จงแสดงสมบัติและการใช้งานของกาวชนิดต่าง ๆ



	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเกณฑ์การ ประเมินผลการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 20
		แผ่นที่ : 1	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อพิจารณา

1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

การให้คะแนน

1. คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน
2. การพิจารณาให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์				
2.ถูกต้องตามหลักวิชาการ				
3.รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์				
4.บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน				
5.คุณลักษณะที่พึงประสงค์				

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเกณฑ์การ ประเมินผลการ ปฏิบัติงาน	หน้าที่ 21
		แผ่นที่ : 2	

ใบเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 – 15	ดีมาก
9 – 11	ดี
5 -8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ผ่าน : ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนในระดับคุณภาพ ดีมาก

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบประเมินผล การปฏิบัติงาน	หน้าที่ 22
		แผ่นที่ : 1	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

ชื่อ-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นักศึกษา.....

รายการปฏิบัติงาน					รวมคะแนน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	3	2	1	0	
1. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
2. ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
3. รูปแบบการนำเสนอมีความคิดสร้างสรรค์					
4. บุคลิกภาพการนำเสนอหน้าชั้นเรียน					
5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์					
รวมคะแนน					
คิดเป็นร้อยละ (ของคะแนนเต็ม คะแนน)					
ผลการประเมินอยู่ในระดับ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเฉลยการปฏิบัติงาน	หน้าที่ 23
		แผ่นที่ : 1	

ใบเฉลยการปฏิบัติงานโมดูลย่อยที่ 1.1

1. จงแสดงสมบัติและการใช้งานของกาวชนิดต่าง ๆ

ชนิด	รูปแบบ/ลักษณะ	การใช้งาน
ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ	- แป้ง กาวจากสัตว์และปลา พืชพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ยางไม้ - ของเหลว แป้งเหนียว ของแข็ง และผง	- กระดาษ ไม้คอร์ก วัสดุหีบห่อ ผ้า ไม้ทำเฟอร์นิเจอร์ พลาสติก และเหล็ก - งานปักอาศัยโดยทั่วไป อุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อ และการประกอบยึดติดกัน อย่างง่าย ๆ เร็ว ๆ
เทอร์โมพลาสติก	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม และของแข็ง	- ไม้ พลาสติก หนัง ผ้าและกระดาษ ยกเว้นเหล็ก - การยึดติดวัสดุที่รับแรงดึงและแรงกดน้อย
เทอร์โมเซต	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม แป้งเหนียว และผง	- เหล็ก แก้ว ไม้ เครื่องเคลือบดินเผา - การยึดติดโครงสร้างที่ต้องรับแรงกดเป็นหลัก ส่วนมากใช้กับงานเหล็กและไม้
อีลาสโตเมอร์	- แผ่นฟิล์ม และของเหลว	- พลาสติก ยาง ผ้า และหนัง - ใช้กับการยึดติดที่ไม่รับแรงกด วัสดุ น้ำหนักเบา และต้องการความยืดหยุ่น ในระหว่างชิ้นงาน
องค์ประกอบของพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม และแป้งเหนียว	- เหล็ก แก้ว เครื่องเคลือบดินเผา และงานโครงสร้าง - โครงสร้างหลักที่รับน้ำหนักมาก โดยเฉพาะแรงกด รวมทั้งงานในสภาพอากาศที่รุนแรง ทั้งความร้อนและความชื้นสูง



ส่วนที่ 3

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียน แบบโมดูล

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 24
		แผ่นที่ : 1	

แบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1

- ถ้าต้องการยึดวัสดุที่เป็นพลาสติก ต้องเลือกการชนิดใด
 - ไซยาโนอะคริเลท (Cyanoacrylate)
 - อะคริลิกชนิดดัดแปลง (Modified Acrylic)
 - อะนาอีโรบิก (Anaerobic)
 - อีพ็อกซี (Epoxy)
 - โพลียูรีเทน (Polyurethane)
- กาวชนิดใด ทนต่อความชื้นได้ดี
 - ไซยาโนอะคริเลท (Cyanoacrylate)
 - อะคริลิกชนิดดัดแปลง (Modified Acrylic)
 - อะนาอีโรบิก (Anaerobic)
 - อีพ็อกซี (Epoxy)
 - โพลียูรีเทน (Polyurethane)
- กาวที่ได้จากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ เหมาะกับการใช้งานใด
 - อุตสาหกรรมกระจก
 - อุตสาหกรรมยางรถยนต์
 - อุตสาหกรรมรองเท้า
 - ใช้งานในอุตสาหกรรมบรรจุหีบห่อ
 - เครื่องเคลือบดินเผา
- กาวอีพ็อกซี ต้องเก็บในสถานที่ใดจึงจะสามารถยืดอายุออกไปได้อีก
 - ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ
 - ในอุณหภูมิห้องปกติ
 - อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส
 - ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
 - ที่มีแสงส่องตลอดเวลา
- โดยปกติแล้วกาวอีพ็อกซีจะแข็งตัวเต็มที่ในเวลาเท่าไร

ก. 10 ชั่วโมง	ข. 16 ชั่วโมง
ค. 18 ชั่วโมง	ง. 24 ชั่วโมง
จ. 36 ชั่วโมง	

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบแบบทดสอบ หลังเรียน	หน้าที่ 25
		แผ่นที่ : 2	

6. สิ่งสำคัญก่อนที่จะใช้กาวอีพ็อกซี ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือข้อใด

- ก. ล้างผิวชิ้นงานด้วยแอลกอฮอล์
- ข. ใช้ตะไบหรือกระดาษทรายขัดผิวหน้า
- ค. ใช้วาสลีนทาผิวงานบาง ๆ
- ง. ต้องกำจัดฝุ่นและคราบน้ำมันออกเสียให้หมด
- จ. ทาตัวเร่งให้กาวแข็งที่ผิวบาง ๆ

7. กาวอีพ็อกซี เหมาะสำหรับการใช้งานใด

- ก. ติดตั้งผนังเบา
- ข. ยึดแปงานโครงหลังคา
- ค. งานไม้เฟอร์นิเจอร์
- ง. เชื่อมเหล็กต่อคาน
- จ. ผลิตภัณฑักระดาษแข็ง

8. กาวอีพ็อกซี สามารถเก็บได้นานประมาณกี่ปี

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 6

9. สิ่งสำคัญของการใช้กาวอีพ็อกซีที่ช่วยให้กาวยึดติดได้คือข้อใด

- ก. ใช้น้ำล้างทำความสะอาดชิ้นงาน
- ข. กำจัดฝุ่นและคราบน้ำมันออกเสียให้หมด
- ค. ใช้กระดาษทรายหรือตะไบขัดผิวหน้าก่อน
- ง. ใช้ความร้อนอุ่นชิ้นงานก่อนใช้กาว
- จ. ใช้งานอุณหภูมิไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส

10. กาวชนิดใดเหมาะสำหรับใช้งานเชื่อมเหล็กต่อคาน

- ก. กาวยาง
- ข. กาวเคมีชนิดซึม
- ค. กาวเย็น
- ง. อีพ็อกซี
- จ. กาวร้อน

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบกระดาศำตอบ หลังเรียน	หน้าทึ่ 26
		แผ่นทึ่ : 1	

กระดาศำตอบแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยทึ่ 1.1

ชื้-สกุล..... ระดับ..... รหัสนักเรียน/นั้กคื้ษา.....

ชื้	ก	ข	ค	ง	จ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					



Scan QR code
เพื่อทำชื้สอบ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน คะแนน

สรุปผล () ผ่านเกณฑ์

() ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื้ ผู้ตรวจ

(.....)

	หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายวิชา : วัสดุช่างเชื่อม โมดูลที่ 9 : กาว โมดูลย่อย 1.1 : กาว	ใบเฉลี่ย แบบทดสอบหลัง เรียน	หน้าที่ 27
		แผ่นที่ : 1	

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนโมดูลย่อยที่ 1.1

ข้อ	คำตอบ
1.	ข
2.	ง
3.	จ
4.	ค
5.	ค
6.	ก
7.	จ
8.	ง
9.	ข
10.	ก