



แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002	สอนครั้งที่ 3
ชื่อหน่วย โลหะเหล็กกรรมดา	จำนวน 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ผลผลิตในงานอุตสาหกรรมส่วนมากนิยมใช้โลหะที่เป็นเหล็ก เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสม แข็งแรง ทนทาน สามารถรับแรงกระทำจากภายนอกได้หลายรูปแบบ ราคาค่อนข้างถูก สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายตรงตามคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงานในรูปแบบต่าง ๆ ตามต้องการ

หัวข้อเรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา

1. สินแร่เหล็กและกรรมวิธีการผลิต
2. ชนิดของโลหะเหล็ก
 - 2.1 เหล็กคิบ (Pig Iron)
 - 2.2 เหล็กอ่อน (Wrought Iron)
 - 2.3 เหล็กกล้า (Steel)
 - 2.4 เหล็กหล่อ (Cast Iron)


จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ศึกษามีความรู้ความเข้าใจ ชนิดของสินแร่เหล็ก กรรมวิธีการผลิตเหล็ก ตลอดจนการเลือกเหล็กไปใช้งานได้เหมาะสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถบอกชนิดของสินแร่เหล็กได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายกรรมวิธีการผลิตเหล็กได้
3. นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเหล็กชนิดต่าง ๆ ได้
4. นักศึกษาสามารถ ยกตัวอย่างงานที่ผลิตงานเหล็กชนิดต่าง ๆ ได้

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย โลหะเหล็กกรรมดา	จำนวน 2 ชั่วโมง
<p>คุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความมีมนุษยสัมพันธ์ 2. ความมีวินัย 3. ความรับผิดชอบ 4. ความเชื่อมั่นในอนาคต <p>กิจกรรมการเรียนการสอน</p> <p>ขั้นเตรียม (20 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูเช็คชื่อนักศึกษา และเช็คความเรียบร้อยในการแต่งกายก่อนเรียนใครผิดระเบียบจะถูกบันทึกลงใบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรายบุคคล อบรมคุณธรรม จริยธรรม สิ่งทำงานให้แก่นักศึกษา <p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. ครูถามนักศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของปากกาจับชิ้นงาน, เครื่องเจาะ, เครื่องเลื่อยที่ตั้งให้เห็นอยู่ในโรงงานใกล้ตัวเรา และเครื่องจักรกลทั่วไป 3. ครูถามนักศึกษา ถ้าโครงสร้างของเครื่องจักรกลที่กล่าวมายืดหยุ่นได้ดีหรือเกิดการสั่นสะเทือนขณะปฏิบัติงานจะเกิดผลอย่างไร 4. นักศึกษาตอบ เกิดเสียงดัง ผลผลิตที่ได้ไม่เที่ยงตรง 5. ครูสรุปว่า ดังนั้น โครงสร้างและฐานของเครื่องจักรกลจึงต้องทำด้วยเหล็กหล่อ เนื่องจากเหล็กหล่อ ด้านทานการสั่นสะเทือนได้ดี มีความแข็งแรงแต่เปราะเมื่อถูกแรงกระแทก 6. ครูสรุป สัปดาห์นี้ เราจะมาเรียนเกี่ยวกับโลหะเหล็กกรรมดา <p>ขั้นสอนและกิจกรรม (50 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. นักศึกษาทำแบบประเมินผล การเรียนรู้ก่อนเรียนหน่วยที่ 2 8. ครูบรรยายเนื้อหา เริ่มมาจากสินแร่เหล็กและกรรมวิธีการผลิตชนิดของโลหะเหล็กมี เหล็กดิบ, เหล็กอ่อน, เหล็กกล้า, และเหล็กหล่อ 9. นักศึกษา ฟังครูบรรยาย และให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นโดยครูถาม นักศึกษาตอบสลับตลอดเวลา 10. แจกใบมอบหมายงานที่ 2.1 		



แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002	สอนครั้งที่ 3
ชื่อหน่วย โลหะเหล็กกรรมดา	จำนวน 2 ชั่วโมง

ขั้นสรุป (20 นาที)

11. ครูและนักศึกษาช่วยกัน สรุป เนื้อหาในบทเรียน
12. ครูประเมินในแบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
13. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2
14. นักศึกษาทำงานที่ครูมอบหมาย ใบมอบงานที่ 2.1

ขั้นวัดและประเมินผล (20 นาที)

15. ตรวจใบงาน 2.1
16. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อน / หลังเรียน
17. ครูสังเกตพฤติกรรม ในการเรียนและปฏิบัติงานที่ครูมอบหมาย

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนจัดเรียงเรียง คือ วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม (2100 - 1002)
2. ใบมอบงานที่ 2.1
3. แบบทดสอบก่อน / หลังเรียน
4. ของจริง (ปากกาจับชิ้นงาน, เครื่องเจาะ)
5. สื่อการสอน Power Point วิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม (2100 - 1002)

เครื่องมือวัดผล

1. แบบทดสอบก่อน / หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
2. ใบมอบหมายงานที่ 2.1
3. แบบสังเกตพฤติกรรม การประเมินคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมิน

1. เก็บผลงานจากใบมอบงาน เพื่อให้เป็นคะแนนเก็บส่วนหนึ่งในปลายภาคขึ้นไป
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อน / หลังเรียน เกณฑ์ผ่านทำถูกต้อง 50 %
3. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ภาคผนวก)

บันทึกหลังการสอน

(ดูภาคผนวก.....)



แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002	สอนครั้งที่ 3
ชื่อหน่วย โลหะเหล็กกรรมดา	จำนวน 2 ชั่วโมง

ใบมอบงานที่ 2.1 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา

คำชี้แจง ให้นักศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เท่า ๆ กัน ร่วมกันศึกษาเนื้อหาในแบบเรียนและช่วยกัน สรุปประเด็นสำคัญ เกี่ยวกับเหล็กหล่อว่ามีกี่ชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติและนำไปใช้งาน ลักษณะใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

กลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 2

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. ประธานกลุ่ม | 1. ประธานกลุ่ม |
| 2. | 2. |
| 3. | 3. |
| 4. | 4. |
| 5. | 5. |
| 6. | 6. |
| 7. | 7. |
| 8. | 8. |
| 9. | 9. |
| 10. ผู้ช่วยประธาน | 10. ผู้ช่วยประธาน |

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง สาระสำคัญ	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

โลหะเหล็กกรรมดา

สาระสำคัญ

โลหะที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมากที่สุดในปัจจุบัน คือ เหล็ก เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมแข็งแรง ทนทาน สามารถรับแรงกระทำจากภายนอกในรูปแบบต่าง ๆ ได้สูง ราคาค่อนข้างถูก เหล็กถูกพัฒนาให้มีคุณสมบัติที่หลากหลายสามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมกับงานในรูปแบบต่าง ๆ ตามต้องการ

สาระการเรียนรู้

1. สิ้นแร่เหล็กและกรรมวิธีการผลิต
2. ชนิดของโลหะเหล็ก
 - 2.1 เหล็กคิบ (Pig Iron)
 - 2.2 เหล็กอ่อน (Wrought Iron)
 - 2.3 เหล็กกล้า (Steel)
 - 2.4 เหล็กหล่อ (Cast Iron)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกชนิดของสิ้นแร่เหล็กได้
2. เลือกเหล็กไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม
3. อธิบายกรรมวิธีผลิตเหล็กได้
4. ยกตัวอย่างงานที่ผลิตจากเหล็กชนิดต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
5. เปรียบเทียบข้อแตกต่างของเหล็กชนิดต่าง ๆ ได้

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง สินแร่เหล็กและกรรมวิธีการผลิต	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา


2.1 สินแร่เหล็กและกรรมวิธีการผลิต

สินแร่เหล็ก คือ แร่เหล็กจากธรรมชาติที่มีสารอื่นเจือปนอยู่มากน้อยขึ้นอยู่กับแหล่งแร่ที่ขุดในปัจจุบันแบ่งออกได้ประมาณ 5 ชนิด

1. สินแร่แม่เหล็ก (Magnetite) สูตรเคมี Fe_3O_4 มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำมีเนื้อเหล็กมากที่สุดเมื่อนำมาถลุงได้เนื้อเหล็กประมาณ 50-70%
2. สินแร่เหล็กสีแดง (Red Hematite) สูตรเคมี Fe_2O_3 มีสีแดงจนถึงน้ำตาลเข้มเมื่อนำไปถลุงจะได้เนื้อเหล็กประมาณ 40-60%
3. สินแร่เหล็กสีน้ำตาล (Brown Hematite) สูตรเคมี $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ มีสีน้ำตาลจนถึงเหลืองเข้มเมื่อนำไปถลุงจะได้เนื้อเหล็กประมาณ 20-40%
4. สินแร่เหล็กคาร์บอนेट (Siderite) สูตรเคมี $FeCO_3$ มีสีน้ำตาลเมื่อนำไปถลุงจะได้เนื้อเหล็กประมาณ 20-40%
5. สินแร่เหล็กไพไรต์ (Iron Pyrite) สูตรเคมี FeS_2 มีสีน้ำตาลจนถึงเหลืองเข้มเมื่อนำไปถลุงจะได้เนื้อเหล็กประมาณ 40-45% จะพบอยู่ทั่ว ๆ ไปสินแร่เหล็กชนิดนี้มีกำมะถันอยู่มากไม่นิยมนำไปถลุงเป็นสินแร่เหล็ก

กรรมวิธีถลุงเหล็ก

โดยการนำสินแร่เหล็กมาเผาหลอมร่วมกับถ่านในเตาถลุงเหล็กแบบเตาสูง(Blast Furnace) จะได้เหล็กที่ยังไม่บริสุทธิ์ เรียกว่าเหล็กดิบ (Pig Iron) ซึ่งจะต้องนำไปถลุงหรือทำให้บริสุทธิ์ด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้เหล็กบริสุทธิ์แต่ละชนิดไปใช้งานที่ต้องการ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

2.2 ชนิดของโลหะเหล็ก

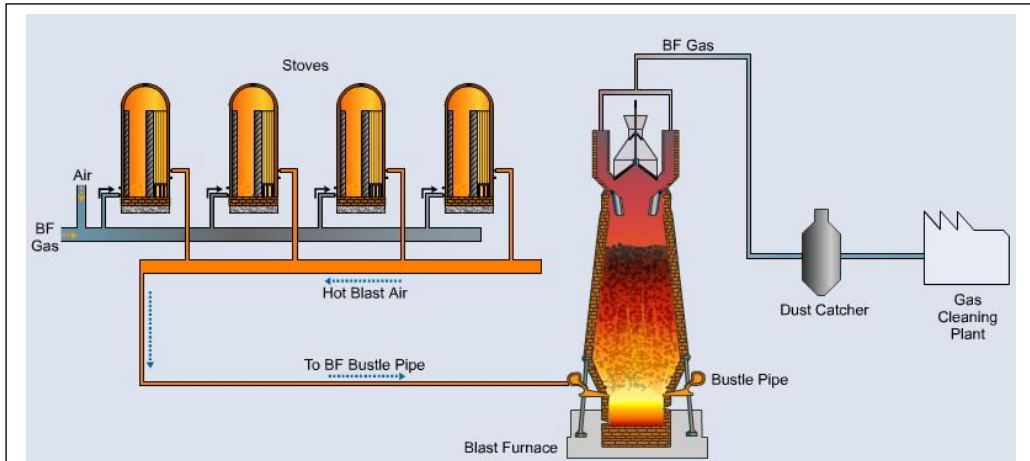
เหล็กดิบ (Pig Iron) เป็นเหล็กที่ยังไม่บริสุทธิ์ ได้จากการถลุงสินแร่ร่วมกับถ่านในเตาถลุงเหล็กแบบเตาสูง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. **เหล็กดิบสีขาว** มีส่วนผสมของแมงกานีส และมีคาร์บอนประมาณ 2-3% รวมตัวทางเคมีอยู่ในเนื้อเหล็กจึงทำเนื้อเหล็กเป็นสีขาว เนื้อละเอียด แข็ง เมื่อนำไปถลุงต่อจะ ได้เหล็กเหนียว
2. **เหล็กดิบสีเทา** มีส่วนผสมของซิลิกอนและมีคาร์บอนรวมตัวทางเคมีในเนื้อเหล็กประมาณ 0.6-1.5% ส่วนคาร์บอนอีกประมาณ 2.9-3.7% จะแทรกอยู่ในเนื้อเหล็กในรูปของกราฟไฟต์สีดำ ทำให้มองเห็นเนื้อเหล็กเป็นสีเทา เมื่อนำไปถลุงต่อจะ ได้เหล็กหล่อ



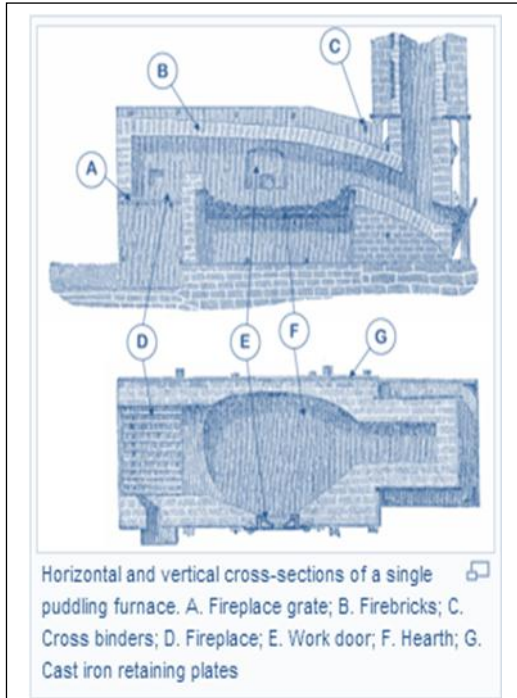


เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพญา



เหล็กอ่อน (Wrought Iron) เป็นเหล็กที่ได้จากการนำเหล็กดิบไปถลุงในเตาพุต เดิล (Puddle Furnace) ซึ่งเป็นเตาเก่าแก่ของประเทศอังกฤษ มีปริมาณเหล็กบริสุทธิ์ประมาณ 99% เมื่อเผาให้ร้อนจะอ่อนตัวดีขึ้นรูปได้ง่าย สามารถตีให้ประสานกันได้ดี ทนแรงกระแทกชนิดกะทันหัน ได้ดีมีลักษณะสแลก (Slag) เป็นเส้นยาว ถ้าปรากฏชัดขึ้นเมื่อใด เป็นสัญญาณ เตือนให้รู้ว่าเหล็กนั้นชำรุดกำลังจะถูกทำลาย

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา



รูปที่ 2.3 รูปกรรมวิธีถลุงเหล็กก่อนจากเตาพุดเดิล (Puddle Furnace)

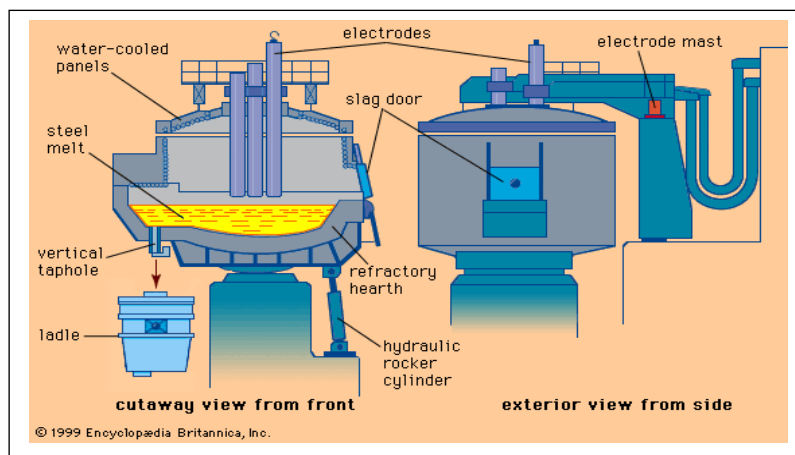
เหล็กกล้า (Steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่าเหล็กหล่อ คือประมาณ 0.10-1.5% เป็นเหล็กที่นิยมใช้มาก สามารถขึ้นรูปได้ง่ายเชื่อมต่อเข้ากันได้สะดวก ถ้าปริมาณคาร์บอนต่ำเหล็กจะเหนียว ถ้าปริมาณคาร์บอนสูงเหล็กจะแข็งแต่เปราะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เหล็กกล้าคาร์บอน (Plain Carbon Steel)
2. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา


กรรมวิธีถลุงเหล็กกล้า โดยการนำเหล็กดิบหรือเหล็กพูน เศษเหล็กกล้ามาหลอมและผ่านกรรมวิธีลดคาร์บอนและเติมธาตุผสมที่เพิ่มคุณภาพเหล็กลงไปตามที่ต้องการ ด้วยเตาถลุงเหล็กแบบเบสเซอร์ (Bessemer's Process) หรือเตาถลุงเหล็กแบบโธมัส (Thomas Process) หรือเตาถลุงเหล็กแบบกระทะ (Open Hearth Process) หรือเตาถลุงเหล็กแบบ LD (LD.Process) หรือ เตาถลุงเหล็กแบบไฟฟ้าแบบใดแบบหนึ่ง




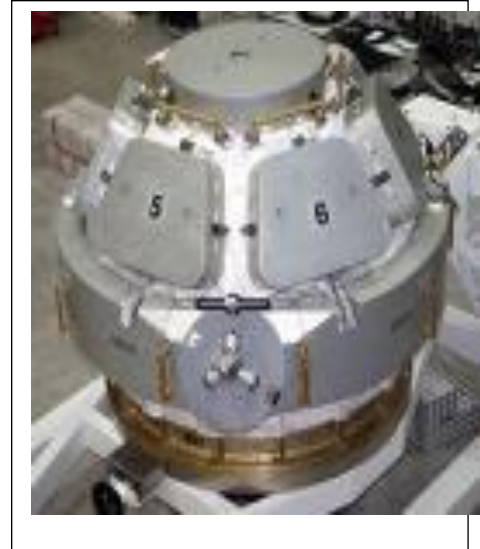
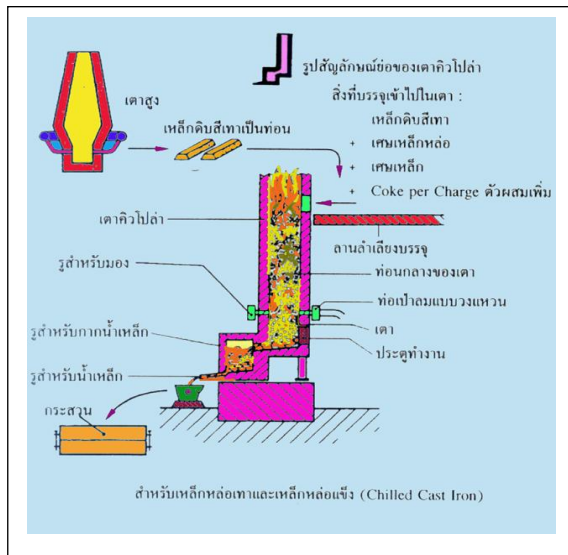
รูปที่ 2.4 เตาไฟฟ้า (Electric Furnace)

เหล็กกล้าคาร์บอน (Plain Carbon Steel) แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

ก. **เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)** มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.10-0.30% ไม่สามารถชุบแข็งได้เพราะมีคาร์บอนน้อย มาตรฐาน DIN ของเยอรมันกำหนดเป็น St 37อเมริกันกำหนดเป็น AISI 1010-AISI 1030 เป็นเหล็กที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะมีความ แข็งแรง เชื่อม ตัด กลึง ดัดงอ ขึ้นรูปได้ง่าย ไม่แตกหัก ราคาอ่อนข้างถูก นิยมใช้งานทั่วไปเช่น ตัวถังรถยนต์ ถังน้ำมัน ท่อไอเสีย โช้ สกรู กระจับป่อง สังกะสีมุงหลังคา เหล็กเส้น เหล็ก แผ่น ท่อ เหล็กฉาก ลวด เหล็กก่อสร้าง เหล็กโครงสร้าง เป็นต้น

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพญา
<p>ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.31- 0.69% สามารถชุบผิวแข็งได้ มาตรฐาน DIN เยอรมัน กำหนดเป็น St 50 ส่วนมาตรฐาน AISI อเมริกันกำหนดเป็น AISI 1031-AISI 1069 นิยมใช้งานอุปกรณ์เครื่องมือกลและ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น เฟือง เพลาส่งกำลัง ก้านสูบ หัวค้อน ลวดสปริง ล้อรถไฟ ฯลฯ วิธีชุบ แข็ง ทำโดยการเผาให้ร้อนแดงและจุ่มลงในน้ำหรือน้ำมัน</p> <p>ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.7-1.5% เป็นเหล็กกล้าแข็ง นิยมใช้ทำเครื่องมือทั่วไปโดยการชุบคมหรือจุดใช้งานให้แข็ง เช่น ตะไบ ใบเลื่อย เครื่องมือช่างไม้ เครื่องมือทำเกลียว หัวค้อน สกัด เหล็กนำศูนย์ ไชควง เหล็กขีด นัต โบลต์ สกรู หมุดย้ำ มีด ขวาน เครื่องมือ งานตีเหล็ก เครื่องมือ งานรีดดึงเหล็ก ฯลฯ วิธีชุบแข็งทำโดยทำโดยเผาให้ร้อนที่อุณหภูมิ 200° C แล้วชุบด้วยน้ำ</p> <p>เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel) จะกล่าวรายละเอียดในหน่วยการเรียนเรื่อง “โลหะเหล็กผสม”</p> <p>เหล็กหล่อ (Cast Iron) เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงเพราะมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ในเนื้อเหล็กมาก แบ่งตามคุณลักษณะและกรรมวิธีผลิตได้เป็น 4 ชนิด คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เหล็กหล่อธรรมดา 2. เหล็กหล่อเหนียว 3. เหล็กหล่อพิเศษ 4. เหล็กเหนียวหล่อ <p>1. เหล็กหล่อธรรมดา (GG) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ</p> <p>ก. เหล็กหล่อสีเทา ผลิตจากเหล็กดิบสีเทาผสมเศษเหล็กเหนียว เศษเหล็กหล่อ ซิลิกอน ถ่านโค้ก และหินปูน ด้วยเตาควิปอล่าหรือเตาไฟฟ้า เหล็กหล่อที่ได้จะมีดละเอียดสม่ำเสมอเนื้อแน่น คาร์บอนในเหล็กหล่อส่วนหนึ่งจะแยกตัวเป็นกราฟไฟต์คละอยู่กับเม็ดเกรนของเหล็กทำให้มองเห็นเป็นสีเทาและลึน ปาดผิวได้สะดวกข้อเสีย คือ เปราะหักง่าย รับแรงดึงได้น้อย ดีขึ้นรูปและชุบแข็งไม่ได้เหมาะสำหรับทำงานเบรก เฟือง ล้อสายพานปากกาจับชิ้นงาน</p>		


	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์



รูปที่ 2.5 เตาคิวโปล่า (Cupola)

ข. เหล็กหล่อแข็ง (GH) กรรมวิธีถลุงและวัตถุดิบที่ใช้เหมือนกันกับเหล็กหล่อ สีเทาแตกต่างกันที่ธาตุผสมแมงกานีสจะมาก ซิลิกอนจะน้อย จะทำให้คาร์บอนในเนื้อเหล็กไม่แตกตัวเป็นกราฟไฟต์ แบบที่ใช้เหน้าเหล็กเป็นแบบเหล็กหรือแบบทรายเปียก ทำให้น้ำเหล็กเย็นและแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ผิวเหล็กหล่อจึงแข็งแรง เมื่อนำไปใช้งานจะสึกหรอยาก

2. เหล็กหล่อเหนียว (GT) มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เหล็กหล่อเต็มเปอร์ คำว่าเต็มเปอร์ย่อมาจาก “เต็มเปอริ่ง” (Tempering) ซึ่งเป็นกรรมวิธีเพิ่มความเหนียวเหล็กหล่อ วัตถุดิบเหล็กในการถลุงเหล็กหล่อเหนียว คือ เหล็กดิบสีขาว เหล็กหล่อเหนียวแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ


	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

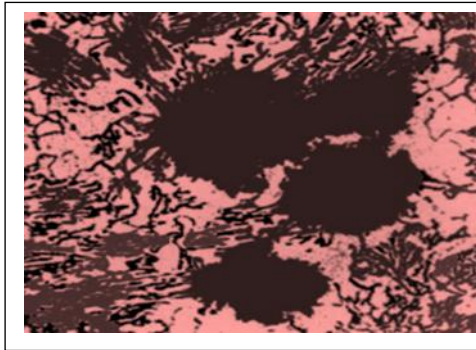
ก. เหล็กหล่อเหนียวสีขาว (GTW) ได้จากถลุงเหล็กดิบสีขาว ผสมเศษเหล็กหล่อเหนียว เศษเหล็กเหนียว คาร์บอน แมงกานีส ในเตาคิวโปล่า เมื่อเหนียวเหล็กลงในแบบและแข็งตัวแล้วจะได้เหล็กหล่อดิบ นำไปเผาให้ร้อนแดงในถลุงบรรจุสินแร่เหล็กออกไซด์ ในเตาเท็มเปอร์ด้วยอุณหภูมิ ประมาณ 900° C เป็นเวลาหลายวันจนออกซิเจนในสินแร่รวมตัวกับคาร์บอนที่ผิวเหล็กทำให้คาร์บอนลดลงจาก 2-4% เหลือ 0.5-1.8% ทำให้ความเปราะของเหล็กลดลงมีความเหนียวเพิ่มขึ้น ทนแรงดึงและยืดตัวได้มากขึ้น สามารถตีขึ้นรูปได้ จุดหลอมเหลว ประมาณ 1,300° C ความเค้นแรงดึง 35-40 กก./ตร.มม. ลักษณะที่มองเห็นเหล็กเป็นสีขาว จึงเรียกว่า **“เหล็กหล่อเหนียวสีขาว”** กรรมวิธีนี้นิยมใช้ ในประเทศเยอรมนี

ข. เหล็กหล่อเหนียวสีดำ (GTS) กรรมวิธีถลุงและธาตุผสมเหมือนกันกับการถลุงเหล็กหล่อเหนียวสีขาว ต่างกันที่กรรมวิธีเพิ่มความเหนียว ทำได้โดยนำแท่งเหล็กหล่อดิบไปหมกไว้ในทราย กันไม่ให้ออกซิเจนจากอากาศเข้า ให้ความร้อนผ่านทรายจนไปถึงแท่งเหล็กที่อุณหภูมิประมาณ 800-900° C ทิ้งไว้หลาย ๆ วัน คาร์บอนส่วนหนึ่งจะแยกตัวเป็นกราฟไฟต์ แทรกอยู่ตามเนื้อเหล็กเป็นจำนวนมาก ทำให้มองเห็นเหล็กเป็นสีดำ จึงเรียกว่า **“เหล็กหล่อเหนียวสีดำ”** ส่วนคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเนื้อเหล็กจะมีปริมาณลดลง เหล็กจะลดความเปราะลงและมีความเหนียวเพิ่มขึ้น กรรมวิธีนี้นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา

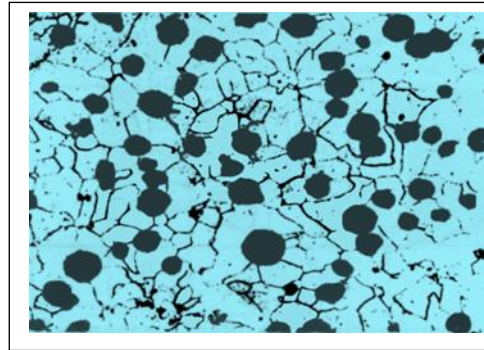
3. เหล็กหล่อพิเศษ เป็นเหล็กหล่อที่ผ่านกรรมวิธีเปลี่ยนคาร์บอนให้อยู่ในรูปของกราฟไฟต์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น ทนความเค้นแรงดึงได้สูง ทนแรงดัดงอได้สูง มีสัมประสิทธิ์การยืดตัวมากขึ้น เทลงแบบได้ง่าย ฯลฯ แบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

ก. เหล็กหล่อกราฟไฟต์ก้อนกลม เป็นเหล็กหล่อที่มีแมกนีเซียมผสมประมาณ 0.04-0.08% นิกเกิลไม่เกิน 8% อยู่ในเนื้อเหล็ก ทำให้กราฟไฟต์ในเนื้อเหล็กปรับตัวจับกันเป็นก้อนกลมมีคุณสมบัติทนความเครียดได้ดี ดัดงอได้โดยไม่มีรอยแตก สัมประสิทธิ์การยืดตัวมากขึ้น มีความแข็ง ลื่น ทนการกัดกร่อนและความร้อน

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา



(ก) เหล็กหล่อเสรีจ



(ข) เหล็กอบอ่อน

รูปที่ 2.6 โครงสร้างเหล็กหล่อกราไฟต์ก่อนกลม


ค่าความเค้นแรงดึง 65-75 กก./มม² สัมประสิทธิ์การยืดตัว 0.3% ถ้านำไปอบเหนียวด้วย ความร้อน สัมประสิทธิ์การยืดตัวจะเพิ่มขึ้น 12-25% แต่ค่าความเค้นแรงดึงจะลดลงเหลือ 40-50 กก./มม² ขึ้นรูปได้ง่าย สามารถชุบผิวแข็งได้ด้วยวิธีใช้เปลวไฟเผาหรือเตาชุบเหนียวนำไฟฟ้า ใช้ทำเพลลาข้อเหวี่ยง เฟือง ลูกกลิ้ง บั้มคลัตช์ เบรก และกั๊งหัน ฯลฯ

ข. เหล็กหล่อพิเศษมีแฮนไนต์ เป็นเหล็กที่มีกราไฟต์เป็นเนื้อละเอียดกระจายสม่ำเสมออยู่ในเนื้อเหล็ก ไม่มีความเค้นภายใน รอยแตกปริ รอยเว้าลึกในเนื้อเหล็ก และการบิดงอจากการหล่อ สามารถรับแรงอัดและแรงดัดงอได้สูง

ค่าความเค้นแรงดึง 26-40 กก./มม²

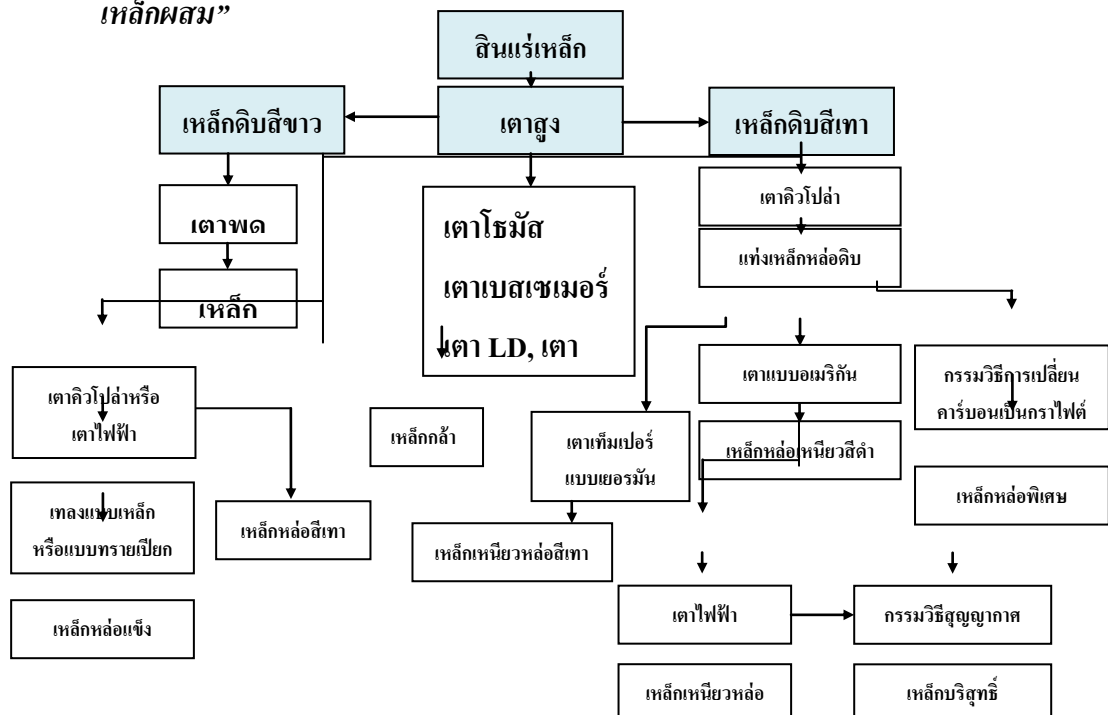
ความเค้นแรงอัด 80-130 กก./มม²

ความเค้นแรงดัดงอ 50-70 กก./มม² ใช้ทำเสื้อสูบ กระบอกสูบเครื่องยนต์ ฝาสูบวาล์วปิด-เปิดแก๊ส ฐานเครื่องกลึง ฯลฯ


	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

4. เหล็กเหนียวหล่อ (Cast Steel) ได้จากการนำเหล็กหล่อเหนียวที่มีฟอสฟอรัส มากมาหลอมผสมกับเศษเหล็กเหนียว $1/3$ เท่า ด้วยเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูงจนเป็นน้ำเหล็ก และนำมาเทลงแบบปล่อยให้เย็นแข็งตัว จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้มาอบคลายความเครียดเพื่อ ป้องกันชิ้นงานบิดงอที่อุณหภูมิประมาณ $800-900^{\circ}\text{C}$ ทำให้เม็ดเกรนในเนื้อเหล็กเรียงตัว และปล่อยให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิ 700°C อย่างรวดเร็ว ทำให้เม็ดเกรนเหล็กละเอียด แล้วจึง ปล่อยให้เย็นตัวช้า ๆ จนถึงอุณหภูมิปกติ

เหล็กเหนียวหล่อที่มีคาร์บอน 0.2% สามารถชุบแข็งได้ มีคาร์บอน $0.25-0.6\%$ สามารถชุบแข็งได้ทั้งชิ้นงานจุดหลอมเหลว $1,300-1,400^{\circ}\text{C}$ ความเค้นแรงดึง $8-60$ กก./ mm^2 มีสัมประสิทธิ์การยืดตัว $4-8\%$ อัตราการหดตัว 2% เหล็กเหนียวหล่อสามารถเพิ่มคุณภาพ การใช้งานได้ตามความเหมาะสม โดยผสมกับธาตุอื่น เช่น แมงกานีส โครเมียม โคนบอลด์ นิกเกิล วาเนเดียม และ โมลิบดีนัม ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง **“โลหะ เหล็กผสม”**



รูปที่ 2.7 กระบวนการผลิตเหล็กชนิดต่าง ๆ จากการถลุงสินแร่เหล็กและธาตุผสม

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพญา

ตัวอย่างสัญลักษณ์โลหะเหล็กกรรมดา

(ก) บอกเป็นค่าความเค้นแรงดึง

St 37 หมายความว่า เหล็กกล้ารับค่าความเค้นแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 37 กก./มม²
(37 KP/mm²)

GS 17 หมายความว่า เหล็กเหนียวหล่อรับค่าความเค้นแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 17 กก./มม²
(17 KP/mm²)

GG 18 หมายความว่า เหล็กหล่อรับค่าความเค้นแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 18 กก./มม²
(18 KP/mm²)

(ข) บอกเป็นเปอร์เซ็นต์คาร์บอน

สัญลักษณ์อักษร C แล้วตามด้วยตัวเลข หมายถึง เหล็กที่บอกจำนวนเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน (C) ที่ผสมอยู่ แล้วหารด้วย 100 เช่น

C 38 หมายถึง เหล็กผสมคาร์บอนมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมอยู่จำนวน


$$\frac{38}{100} = 0.38 \text{ เปอร์เซ็นต์ (C คือ } \frac{38}{100} = 0.38\%)$$

GS-C 25 หมายถึง เหล็กเหนียวหล่อมีคาร์บอนผสมอยู่จำนวน $\frac{25}{100} = 0.25\%$

$$\text{(C คือ } \frac{25}{100} = 0.25\%) \text{ มีซิลิกอนและแมงกานีสผสมอยู่ด้วยเล็กน้อย}$$

GH-C 20 หมายถึง เหล็กหล่อแข็งมีคาร์บอนผสมอยู่จำนวน $\frac{20}{100} = 0.20\%$


$$\text{(C คือ } \frac{20}{100} = 0.20\%)$$

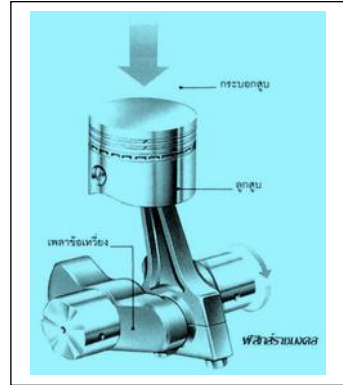
	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

มาตรฐานเหล็ก DIN (เยอรมัน)	เหล็กหล่อ	ความหนาแน่น 7.3 กก./ดม. ³ จุดหลอมเหลว 1,200-1,300 °C		ลักษณะที่ใช้งาน
ถูกจัดตาม DIN 1691 ออกตามชนิด และคุณภาพ	ชนิดของ เหล็กหล่อ	เครื่องหมาย ที่ใช้ใน ท้องตลาด	ความคงทนต่อ แรงดึง กก./มม ² (kp/mm ²)	เครื่องใช้ในการเกษตร เครื่องจักร เครื่องเขียน เครื่องจักรในโรงงานทอ ผ้า เครื่องกลและการต่อ เรือ เสื่อสูบชิ้นส่วนของ เครื่องจักรไอน้ำ ชิ้นหล่อ ที่ต้องทนต่อความร้อน ลูกสูบแหวนเสื่อสูบ ชิ้นส่วนพิเศษ
	เหล็กหล่อ ชนิดธรรมดา	GG-12	12	ที่ ต้องทนต่อความร้อน
		GG-14	14	
		GG-18	18	
	เหล็กหล่อค่า สูง	GG-22	22	ลูกสูบแหวนเสื่อสูบ ชิ้นส่วนพิเศษ
		GG-26	26	
เหล็กหล่อ ชนิดพิเศษ	GG-30	30		



รูปที่ 2.8 ประตูดยนต์ผลตจากเหล็กกลาคารบอนต่ำ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา




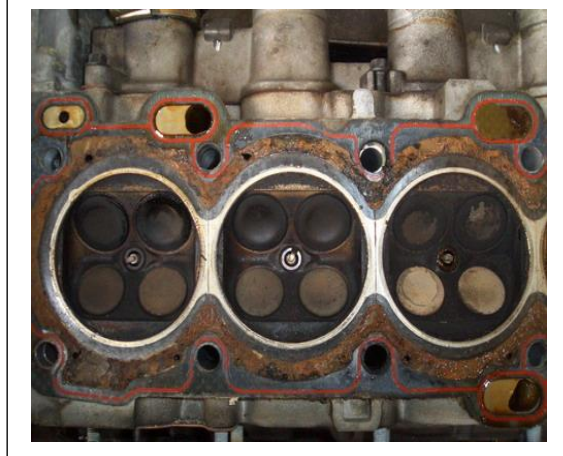
รูปที่ 2.9 ชิ้นส่วนเครื่องยนต์

- 1) เฟืองและเพลาลูกผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
- 2) เฟลาข้อเหวี่ยงผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง




รูปที่ 2.10 เครื่องมือผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง ชนิดของโลหะเหล็ก	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์




รูปที่ 2.11 เสื้อสูบผลิตจากเหล็กหล่อพิเศษ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง แบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 2

คำสั่ง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เตาถลุงสินแร่เพื่อเผาสิ่งสกปรกเรียกเหล็กดิบนั้นนิยมใช้เตาชนิดใด
 ก. เตาไฟฟ้า ข. เตาคิวโปล่า ค. เตาสูง ง. เตาเบสเซมเมอร์
2. สินแร่เหล็กที่มีปริมาณแร่เหล็กมากที่สุดคือ
 ก. สินแร่เหล็กฮีมาไทต์ ข. สินแร่เหล็กแมกนีไทต์
 ค. สินแร่เหล็กคาร์บอนเตต ง. สินแร่เหล็กโลมอนด์
3. สินแร่เหล็กใดที่มีธาตุกำมะถันปนอยู่มาก
 ก. สินแร่เหล็กฮีมาไทต์ ข. สินแร่เหล็กแมกนีไทต์
 ค. สินแร่เหล็กไฟไรต์ ง. สินแร่เหล็กคาร์บอนเตต
4. เหล็กอ่อน คือ การนำเหล็กไปถลุงในข้อใด
 ก. เตาพุดเดิล ข. เตาไฟฟ้า ค. เตาคิวโปล่า ง. เตาเบสเซมเมอร์
5. การนำเหล็กดิบเศษเหล็กมาถลุงด้วยเตาโรมัส เป็นการผ่านกรรมวิธีหลอมแบบใด
 ก. ลดคาร์บอนและเติมสารเพิ่มคุณภาพ ข. เพิ่มคาร์บอนและเติมสารเพิ่มคุณภาพ
 ค. ลดคาร์บอนและลดสารเพิ่มคุณภาพ ง. เพิ่มปริมาณคาร์บอน
6. เหล็กดิบที่มีกราฟไฟต์สีดำแทรกอยู่ในเนื้อเหล็กคือข้อใด
 ก. เหล็กดิบสีขาว ข. เหล็กดิบสีดำ ค. เหล็กดิบสีเทา ง. เหล็กดิบสีแดง
7. เหล็กหล่อมีความแข็ง เพราะ ถลุงจากเตาในข้อใด
 ก. เตาสูง ข. เตาคิวโปล่า ค. เตาไฟฟ้า ง. เตาเบสเซมเมอร์
8. โഴ้ กระจบ้อง สังกะสีมุงหลังคา ผลิตจากเหล็กในข้อใด
 ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
 ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. ถูกทุกข้อ
9. หัวค้อน สกัด เหล็กนำศูนย์ ผลิตจากเหล็กในข้อใด
 ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
 ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. ไม่มีข้อถูก

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กธรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง แบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี

10. กราฟไฟต์จะอยู่กับเม็ดเกรนของเหล็กปาดผิวสะดวก ข้อเสียเปราะง่าย ชุบแข็งไม่ได้เป็นลักษณะของเหล็กข้อใด

- ก. เหล็กหล่อสีเทา ข. เหล็กหล่อแข็ง
ค. เหล็กหล่อพิเศษ ง. เหล็กหล่อพิเศษมีแฮนไนต์

11. งานตีขึ้นรูปสามารถตีให้ประสานกันได้ง่ายควรเลือกใช้เหล็กชนิดใด

- ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กหล่อ ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. เหล็กอ่อน

12. งานขึ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ต้องการความแข็งแรงควรเลือกใช้เหล็กชนิดใด

- ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กหล่อพิเศษมีแฮนไนต์
ค. เหล็กหล่อสีขาว ง. เหล็กหล่อสีเทา

13. มีสัมประสิทธิ์การยืดตัว 4-8% อัตราการหดตัว 2% ตรงคุณสมบัติกับเหล็กชนิดใด

- ก. เหล็กหล่อเหนียว ข. เหล็กหล่อพิเศษ ค. เหล็กเหนียวหล่อ ง. เหล็กหล่อแข็ง

14. C 38 หมายถึง เหล็กผสมคาร์บอนมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมอยู่จำนวนเท่าใด

- ก. 38 % ข. 0.38 % ค. 0.038 % ง. 3.8 %

15. GS-C25 ตัว GS หมายถึง ข้อใด

- ก. เหล็กหล่อเหนียว ข. เหล็กหล่อธรรมดา ค. เหล็กเหนียวหล่อ ง. เหล็กหล่อพิเศษ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 2 เรื่อง โลหะเหล็กกรรมดา	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

1. ค	6. ค	11. ง
2. ข	7. ข	12. ข
3. ค	8. ก	13. ค
4. ก	9. ค	14. ข
5. ก	10. ก	15. ค