



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 3

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 4

ชื่อหน่วย โลหะเหล็กผสม

จำนวน 2 ชั่วโมง

### สาระสำคัญ

เหล็กคืบที่ได้จากการถลุงจะมีสารเจือปนอยู่ คือ คาร์บอน ซิลิกอน แมงกานีส ฟอสฟอรัส กำมะถัน ฯลฯ สารเหล่านี้จะทำให้คุณสมบัติของเหล็กเปลี่ยนไป เพื่อให้ได้ความแข็งแรง ทนทาน เหมาะสมกับลักษณะของงานที่จะนำไปใช้จึงมีการนำสารอื่น เช่น โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม วาเนเดียม ทังสแตน โคบอลต์ ฯลฯ มาผสมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติด้านต่างๆ ให้ดีขึ้น จึงเรียกเหล็กชนิดนี้ว่าเหล็กผสม

หัวข้อเรื่อง โลหะเหล็กผสม

1. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)
  - 1.1 เหล็กกล้าผสมต่ำ
  - 1.2 เหล็กกล้าผสมสูง
2. เหล็กหล่อผสม (Alloy Cast Iron)
  - 2.1 เหล็กหล่อผสมทนร้อน
  - 2.2 เหล็กหล่อผสมทนการสึกหรอ
  - 2.3 เหล็กหล่อผสมทนการกัดกร่อน
3. โลหะซินเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจชนิดของเหล็กผสม คุณสมบัติของสารผสม คุณสมบัติของเหล็กผสมชนิดต่างๆ ตลอดจนการนำเหล็กผสมไปใช้ไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถบอกชนิดของเหล็กผสมได้
2. นักศึกษาสามารถบอกคุณสมบัติของเหล็กผสมชนิดต่างๆ ได้
3. นักศึกษาสามารถบอกแนวทางในการนำเหล็กผสมไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม
4. นักศึกษาอธิบายของคุณสมบัติของสารผสมที่ใช้ผสมเหล็กได้
5. นักศึกษาอธิบายกระบวนการผลิตและการใช้งานของโลหะซินเตอร์โดยสังเขป



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 3

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 4

ชื่อหน่วย โลหะเหล็กผสม

จำนวน 2 ชั่วโมง

### คุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความมีมนุษยสัมพันธ์
2. ความมีวินัย
3. ความรับผิดชอบ
4. ความเชื่อมั่นในอนาคต

### กิจกรรมการเรียนการสอน

#### ขั้นเตรียม ( 20 นาที )

1. ครูเช็คชื่อนักศึกษา และเช็คความเรียบร้อยในการแต่งกายก่อนเรียนใครผิดระเบียบจะถูกบันทึกลงใบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรายบุคคล อบรมคุณธรรม จริยธรรม สิ่งทำงานให้แก่นักศึกษา

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ( 10 นาที )

2. ครูถามนักศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของมีดกึ่ง และเพลาช้อเหวียงของเครื่องยนต์ จะต้องเป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติอย่างไร
3. นักศึกษาตอบ แข็ง ทนต่อการเสียดสีและทนต่อความร้อนได้สูง
4. ครูสรุป สัปดาห์นี้ เราจะมาเรียนเกี่ยวกับโลหะเหล็กผสม มีเหล็กกล้าผสม เหล็กหล่อผสม และโลหะซินเตอร์

#### ขั้นสอนและกิจกรรม ( 50 นาที )

5. นักศึกษาทำแบบประเมินผล การเรียนรู้ก่อนเรียนหน่วยที่ 3
6. ครูบรรยายเนื้อหา เรื่องโลหะเหล็กผสม มีเหล็กกล้าผสม เหล็กหล่อผสม และโลหะซินเตอร์
7. นักศึกษา ฟังครูบรรยาย และให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นโดยครูถาม นักศึกษาตอบสลับตลอดเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002	สอนครั้งที่ 4
ชื่อหน่วย โลหะเหล็กผสม	จำนวน 2 ชั่วโมง

**ขั้นสรุป ( 20 นาที )**

- 8. ครูและนักศึกษาช่วยกัน สรุป เนื้อหาในบทเรียน
- 9. ครูประเมินในแบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
- 10. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3
- 11. นักศึกษาทำงานที่ครูมอบหมาย ใบมอบงานที่ 3.1

**ขั้นวัดและประเมินผล ( 20 นาที )**

- 12. ตรวจใบงาน 2.1
- 13. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อน / หลังเรียน
- 14. ครูสังเกตพฤติกรรม ในการเรียนและปฏิบัติงานที่ครูมอบหมาย

**สื่อการเรียนการสอน**

- 1. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนจัดเรียงเรียง คือ วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม ( 2100 - 1002 )
- 2. ใบมอบงานที่ 3.1
- 3. แบบทดสอบก่อน / หลังเรียน
- 4. ของจริง ( มีดกลึง, สว่าน )
- 5. สื่อการสอน Power Point วิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม ( 2100 - 1002 )

**เครื่องมือวัดผล**

- 1. แบบทดสอบก่อน / หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
- 2. ใบมอบหมายงานที่ 3.1
- 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 3
ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002	สอนครั้งที่ 4
ชื่อหน่วย โลหะเหล็กผสม	จำนวน 2 ชั่วโมง

**ใบมอบงานที่ 3.1 เรื่อง โลหะเหล็กผสม**

**คำชี้แจง** ให้นักศึกษาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เท่า ๆ กัน ร่วมกันศึกษาเนื้อหาในแบบเรียนและช่วยกัน สรุปประเด็นสำคัญ เกี่ยวกับโลหะเหล็กผสมว่ามีกี่ชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติ และ นำไปใช้งาน 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 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง สาระสำคัญ	วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี


## โลหะเหล็กผสม


### สาระสำคัญ


เหล็กคืบที่ได้จากการถลุงจะมีสารเจือปนอยู่ คือ คาร์บอน ซิลิกอน แมงกานีส ฟอสฟอรัส กำมะถัน ฯลฯ สารเหล่านี้จะทำให้คุณสมบัติของเหล็กเปลี่ยนไป เพื่อให้ได้ความแข็งแรง ทนทาน เหมาะสมกับลักษณะของงานที่จะนำไปใช้จึงมีการนำสารอื่น เช่น โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม วาเนเดียม ทังสแตน โคบอลต์ ฯลฯ มาผสมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติด้านต่างๆ ให้ดีขึ้น จึงเรียกเหล็กชนิดนี้ว่าเหล็กผสม

### สาระการเรียนรู้

1. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)
  - 1.1 เหล็กกล้าผสมต่ำ
  - 1.2 เหล็กกล้าผสมสูง
    1. เหล็กกล้าไร้สนิม
    2. เหล็กกล้ารอบสูง
    3. เหล็กกล้าผสมความแข็งแรงสูง
    4. เหล็กกล้าทนแรงดึงสูง
    5. เหล็กกล้าทนแรงสึกหรอ
    6. เหล็กกล้าหล่อผสม
    7. เหล็กสปริง
    8. เหล็กแม่เหล็กถาวร
2. เหล็กหล่อผสม (Alloy Cast Iron)
  - 2.1 เหล็กหล่อผสมทนร้อน
  - 2.2 เหล็กหล่อผสมทนการสึกหรอ
  - 2.3 เหล็กหล่อผสมทนการกัดกร่อน
3. โลหะซินเตอร์

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง สาระสำคัญ	วิทยาลัยเทคนิคพญา
<p><b>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกชนิดของเหล็กผสมได้</li> <li>2. บอกคุณสมบัติของเหล็กผสมชนิดต่างๆ ได้</li> <li>3. บอกแนวทางในการนำเหล็กผสมไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม</li> <li>4. อธิบายของคุณสมบัติของสารผสมที่ใช้ผสมเหล็กได้</li> <li>5. อธิบายกระบวนการผลิตและการใช้งานของโลหะซินเตอร์โดยสังเขป</li> </ol>		

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กกล้าผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์
<p><b>3.1 เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)</b></p> <p>เหล็กกล้าผสม เป็นเหล็กกล้าที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมากที่สุด โดยการนำเหล็กกล้ามาผสมกับธาตุต่าง ๆ เช่น โครเมียม นิกเกิล โคบอลต์ ทังสแตน โมลิบดีนัม แมงกานีส อะลูมิเนียม ซิลิกอน ไททาเนียม วาเนเดียม ฯลฯ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้เหมาะสมกับการใช้งานด้านต่าง ๆ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความแข็งแรงในการรับแรงดัน แรงกด แรงเฉือน แรงดัด แรงบิด และแรงลั่นสะเทือน</li> <li>2. ความสามารถในการทนความร้อนสูง</li> <li>3. ความสามารถในการยืดหยุ่น</li> <li>4. ความสามารถในการชุบแข็ง</li> <li>5. ความสามารถในการทนการกัดกร่อน</li> <li>6. ความสามารถในการทนการเสียดสี</li> <li>7. ความสามารถในการขึ้นรูป</li> <li>8. คุณสมบัติทางแม่เหล็ก</li> <li>9. ความสามารถในการเชื่อมประสาน</li> </ol> <p>เหล็กกล้าผสมแบบตามอัตราส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>เหล็กกล้าผสมต่ำ</b> มีธาตุต่าง ๆ ผสมอยู่รวมกันไม่เกิน 5% เมื่อนำไปใช้งานโดยทั่วไปจะนิยมไปชุบแข็งก่อน</li> <li>2. <b>เหล็กกล้าผสมสูง</b> มีธาตุต่าง ๆ ผสมอยู่รวมกันมากกว่า 5% เป็นเหล็กที่เพิ่มคุณสมบัติหลายด้าน หรือเฉพาะเพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ</li> </ol>		

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กกล้าผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์




รูปที่ 3.1 เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)

**1.1 เหล็กกล้าผสมต่ำ** เป็นเหล็กที่มีส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ได้แก่ คาร์บอน 0.8-1.7% ทั้งสแตน โครเมียม นิกเกิล แมงกานีส และวานาเดียม รวมกันอยู่ไม่เกิน 5% บางทีก็เรียกว่า เหล็กกล้าผสมชุบแข็ง เมื่อนำไปใช้งานต้องชุบแข็งก่อนด้วยอุณหภูมิประมาณ 780-830°C แล้วชุบด้วยน้ำมันชุบแข็ง ใช้ทำเครื่องมือที่ใช้งานร้อนไม่เกิน 400°C ได้แก่ ริมเมอร์คว้านรู แบบพิมพ์อัดขึ้นรูป เครื่องมือทำเกลียว เครื่องมือดึงเหล็ก ฯลฯ

**2 เหล็กกล้าผสมสูง** ประกอบด้วยเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ ดังนี้

**2.1 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)** ชื่อทั่วไปเรียกว่าสแตนเลส เป็นเหล็กผสมโครเมียมและนิกเกิลเป็นหลัก ส่วนสารอื่นมีประกอบบ้างเล็กน้อย ลักษณะเด่น คือ ผิวมันวาวสดใส ไม่เป็นสนิม ทนความร้อนและการกัดกร่อน ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี แข็งแรงทนทานเหนียว อัดงอขึ้นรูปได้ง่าย ไม่มีรอยปริและไม่หักง่าย นิยมใช้งานทั่วไปมากที่สุด เช่น เครื่องครัว ถังน้ำ ท่อน้ำคุณภาพสูง และอุปกรณ์ที่ต้องการทนการกัดกร่อนและไม่เป็นสนิม เป็นเหล็กผสมที่เกี่ยวข้องกับของใช้ในชีวิตประจำวันมากที่สุด

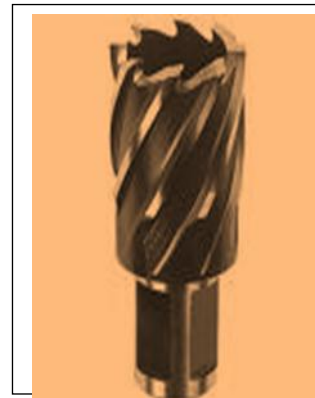


	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กกล้าผสม	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**2.2 เหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel)** เป็นเหล็กผสมทั้งสแตนโครเมียม วาเนเดียม มีคาร์บอนในเนื้อเหล็ก แข็งแรง ทนการเสียดสีที่รอบสูง และทนความร้อนได้ดี ใช้งานได้นาน นิยมใช้ทำเครื่องมือตัดรอบสูงและเครื่องมือตัดคุณภาพสูง อาทิ ดอกสว่าน มีดกัด มีดกลึง มีดไส ใบเลื่อยตัดเหล็ก อุปกรณ์ทำเกลียว และอุปกรณ์ตัดคุณภาพสูงอื่น ๆ



รูปที่ 3.2 งานเหล็กกล้าไร้สนิม



รูปที่ 3.3 งานเหล็กกล้ารอบสูง

**2.3 เหล็กกล้าผสมความแข็งแรงสูง (High Strength Alloy Steel)** เป็นเหล็กกล้าผสมสูงชนิดที่มีความแข็งแรงเพียงพอสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องชุบแข็ง ส่วนผสมของเหล็กชนิดนี้จะไม่ป้องกันสนิม เวลานำไปใช้งานต้องทาสีกันสนิม ด้วยคุณสมบัติที่มีความแข็งแรงสูง ชนิดใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องจักรโดยลดขนาดให้เล็กลง ทำให้น้ำหนักของเครื่องจักรลดลง ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้งานยังคงเดิม เมื่อนำไปใช้งานราคาจะถูกกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน นิยมใช้ทำปืนจั่น อุปกรณ์การเกษตร ตัวถังรถยนต์ รถใช้งานหนัก ล้อรถไฟ ฯลฯ

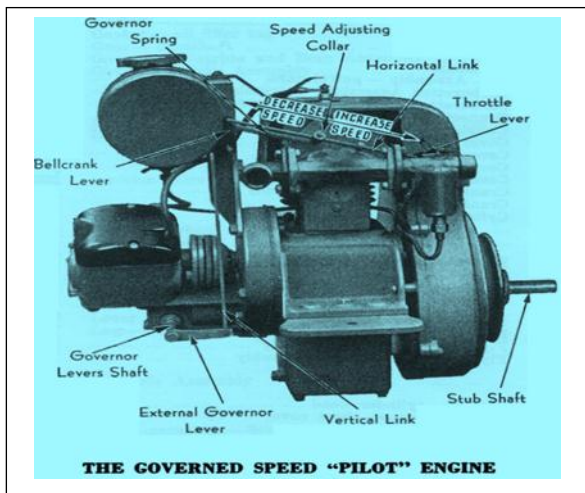


เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง เหล็กกล้าผสม	วิทยาลัยเทคนิคพญา




รูปที่ 3.4 งานเหล็กกล้าผสมความแข็งแรงสูง

2.4 เหล็กกล้าทนแรงดึงสูง (High Tensile Alloy Steel) เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่มีส่วนผสมของนิกเกิล 1.5% โครเมียม 1.25% นิยมใช้งานที่ต้องทนแรงดึงและความแข็งแรงสูง เช่น ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เฟืองเกียร์ เพลาส่งกำลัง ตะขอตู้รถไฟ ตะขอรถพ่วง ฯลฯ



รูปที่ 3.5 งานเหล็กกล้าทนแรงดึงสูง

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กกล้าผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

**2.5 เหล็กกล้าทนการสึกหรอ (Wear Resisting Steel) หรือเหล็กกล้าแมงกานีส** เป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็ง เหนียว สามารถทนการเสียดสี ทนความร้อน ทนแรงกระแทก มีการสึกหรอน้อย มีส่วนผสมของแมงกานีส 10-14% ซิลิกอน 0.5% ก่อนใช้งานต้องชุบแข็งก่อนนิยมใช้ทำเป็นชิ้นงานสำเร็จโดยไม่ต้องเจาะ กัด ตัด ใส เพราะทำได้ยาก ใช้ทำรางรถไฟ หัวดอกปืนจั่น ตะแกรงเหล็ก เครื่องมือชุดแร่ เครื่องมือไม้หิน ฯลฯ



รูปที่ 3.6 งานเหล็กกล้าทนการสึกหรอ

**2.6 เหล็กกล้าหล่อผสม** เป็นเหล็กกล้าที่ถูกนำมาผสมกับธาตุ โครเมียม ซิลิกอน แมงกานีส โมลิบดีนัม ทั้งสแตน ฯลฯ เพื่อให้มีคุณสมบัติที่แข็งแรง เหนียว ชุบแข็งได้ นิยมใช้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั่วไปและเครื่องจักรการเกษตรเหล็กกล้า เป็นเหล็กที่สามารถทนความร้อน และคงทนความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ทนการกัดกร่อน มีส่วนผสมของคาร์บอน ซิลิกอน โครเมียม นิกเกิล และทั้งสแตน ใช้ทำ ล้อไถดีไอเสียนในเครื่องรถยนต์




เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง เหล็กกล้าผสม	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**2.7 เหล็กสปริง** เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรง เหนียวยืดหยุ่นตัวได้ดีมีส่วนผสมของซิลิกอนและแมงกานีส เป็นหลัก และโครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม วานาเดียม เป็นส่วนผสมประกอบ การใช้งานต้องชุบแข็งและนำไปอบเหนียวเสียก่อน ใช้ทำคอยล์สปริงรถยนต์ แหนบรถยนต์และสปริงต่าง ๆ



**2.8 เหล็กแม่เหล็กถาวร** เป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร สามารถดูดหรือผลักเหล็กได้ มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม นิกเกิล โครเมียม โคบอลต์ ไททาเนียม และคาร์บอน บางส่วนใช้ทำท่อนเหล็กในมอเตอร์ขนาดเล็ก ลำโพงวิทยุ แม่เหล็กทดลองในห้องวิทยาศาสตร์ ฯลฯ


	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

### 3.2 เหล็กหล่อผสม (Alloy Cast Iron)

1 เหล็กหล่อผสมทนร้อน เป็นเหล็กหล่อที่มีความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง มีส่วนผสมของซิลิกอน ส่วนโครเมียมและอะลูมิเนียมที่ผสมลงไปเพื่อไม่ให้เหล็กเป็นสนิมเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิสูง ใช้ทำท่อไอเสียรถยนต์ ท่อทนความร้อนและแรงดันสูง ชิ้นส่วนของเตาอบ ชิ้นส่วนของเตาแก๊ส ฯลฯ

2 เหล็กหล่อผสมทนการสึกหรอ เป็นเหล็กหล่อที่ทนการเสียดสีได้สูง มีการสึกหรอน้อย มีส่วนผสมของโครเมียม 10-30% คาร์บอน 2-3.5% นิกเกิล โมลิบดีนัม บางส่วน เมื่อรวมตัวกับคาร์บอนในเนื้อเหล็กจะเกิดคาร์ไบด์ ทำให้เนื้อเหล็กแข็ง ทนการเสียดสี ทนแรงกระแทกและแรงดันได้ดีนิยมใช้ทำอุปกรณ์และเครื่องมือเหมือนแร่ อุปกรณ์และเครื่องมือผลิตปูนซีเมนต์ อุปกรณ์และเครื่องมือไม้หิน ลูกบดในเครื่องจักรกล ฯลฯ

3 เหล็กหล่อผสมทนการกัดกร่อน เป็นเหล็กหล่อที่สามารถทนกรด ทนน้ำทะเลมีส่วนผสมของนิกเกิล หรือซิลิกอนเป็นหลัก มีคาร์บอน 2-4% โมลิบดีนัม โครเมียม ทองแดง อยู่บางส่วนทำให้เหล็กหล่อชนิดนี้สามารถทนการกัดกร่อนจากน้ำทะเล และจากกรดชนิดต่าง ๆ ได้สูง นิยมใช้ทำท่อสำหรับส่งน้ำมัน แก๊ส หรือท่อเดินสายไฟในทะเล ข้อต่อที่ต้องทนเกลือ ทนน้ำเค็ม อุปกรณ์เรือเดินทะเล อุปกรณ์ชิ้นส่วนในงานอุตสาหกรรมเคมี ฯลฯ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

**ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงในเหล็กทำให้คุณสมบัติด้านต่าง ๆ เพิ่มขึ้นและลดลงดังนี้**

ธาตุผสม	คุณสมบัติที่เพิ่มขึ้น	คุณสมบัติที่ลดลง
คาร์บอน (C)	ความเค้นต่าง ๆ ความแข็งและความสามารถในการชุบแข็ง	จุดหลอมเหลว ความเหนียว อัตราการขยายตัว คุณสมบัติในการเชื่อมประสาน และการตีขึ้นรูป
ซิลิกอน (Si)	ความยืดหยุ่น ความเค้นแรงต่าง ๆ ความแข็งตลอดทั้งแท่ง ความคงความแข็ง ณ อุณหภูมิ สูง ๆ และความคงทนต่อการกัดกร่อน	คุณสมบัติในด้านเชื่อมประสานและงานกลึง
ฟอสฟอรัส (P)	การไหลของโลหะหลอม ความคงความแข็งแรง ณ อุณหภูมิสูง ๆ	อัตราการขยายตัว ความเค้นแรงกระแทก
กำมะถัน (S)	ความขึ้นของโลหะหลอม ความคงทนต่อความเค้นแรงดัด	ความเค้นแรงกระแทก
โครเมียม (Cr)	ความแข็ง ความคงทน และความเหนียว ทำให้เหล็กไม่เปราะ ทนต่อแรงร้อน คงความแข็ง ณ อุณหภูมิสูง ๆ	อัตราการขยายตัวต่ำ ตีขึ้นรูปยาก
วานาเดียม (V)	ทำให้ความคงทนของเหล็กดีขึ้นและทำให้เหล็กคงความยืดหยุ่นไว้ได้ถึงแม้อุณหภูมิถึง 500° C ก็ตาม ความแข็งความเหนียว	สะสมความร้อน ทำให้ร้อนจัดเร็ว
โมลิบดีนัม (Mo)	เพิ่มความแข็งทนความร้อนสูง คงทนความแข็งที่อุณหภูมิสูง และต้านทานการสึกหรอ	อัตราการขยายตัวและคุณสมบัติในการตีขึ้นรูปลดลง
โคบอลต์ (Co)	ความคงทนและความแข็งแรง ทำให้คุณสมบัติในการตัดและคุณสมบัติทางแม่เหล็กของเหล็กดีขึ้น	ความเหนียว สะสมความร้อน ทำให้ร้อนจัดเร็ว
วุลแฟรมหรือ ทังสเตน (W)	ความเหนียวแก่เหล็กที่ชุบแล้ว ทนต่อความร้อนการขัดสี คงความแข็งที่อุณหภูมิสูง ความแข็งแรงคงทนต่อการกัดกร่อน	อัตราการขยายตัวลดลง
แมงกานีส (Mn)	ความแข็งตลอดทั้งแท่ง ความแข็งแรงความทนทานต่อแรงกระแทก ความคงทนต่อการสึกหรอ เพิ่มความเหนียว	ความทนต่อการหัก
นิกเกิล (Ni)	ความเหนียว ความแข็งแรง ความคงทนต่อการกัดกร่อน ความต้านทานไฟฟ้า ความคงทนต่อความร้อน ความแข็งตลอดทั้งแท่ง ทนต่อการเป็นสนิม ทนต่อการดัด	สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน




เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**ตารางแสดงกลุ่มโลหะผสม**

โลหะหาคด้วย 4	โลหะหาคด้วย 10	โลหะหาคด้วย 100
(C) โคบอลต์	(Al) อะลูมิเนียม	(P) ฟอสฟอรัส
(Cr) โครเมียม	(Cu) ทองแดง	(S) กำมะถัน
(Mn) แมงกานีส	(Mo) โมลิบดีนัม	(N) ไนโตรเจน
(Ni) นิกเกิล	(Ti) ไททาเนียม	(C) คาร์บอน
(Si) ซิลิกอน	(V) วานเดียม	
(W) วุลแฟรมหรือทังสเตน		

**ตัวอย่าง การอ่านสัญลักษณ์ตามมาตรฐานผสม**


- 15 Cr 3      คือ เหล็กผสมโครเมียม มีส่วนผสมของคาร์บอนผสม  $(C) = \frac{15}{100} = 0.15 \%$   
โครเมียมผสม  $(Cr) = \frac{3}{4} = 0.75 \%$  ( เพราะ ว่า Cr อยู่ในหมู่โค้ดโลหะที่หาคด้วย 4 )
- 24 CrMo 54      คือ เหล็กผสมโครเมียมและ โมลิบดีนัม มีส่วนผสมของคาร์บอนผสม  $(C) = \frac{24}{100} = 0.24 \%$   
โครเมียม  $Cr = \frac{5}{4} = 1.25 \%$  โมลิบดีนัมผสม  $(Mo) = \frac{4}{10} = 0.4 \%$  (เพราะว่า Mo อยู่ใน  
โค้ดโลหะที่หาคด้วย 10)
- 16 MoCr 5      คือ เหล็กผสมแมงกานีสและโครเมียม มีส่วนผสมของคาร์บอนผสม  $(C) = \frac{16}{100} = 0.16 \%$   
แมงกานีส  $(Mn) = \frac{5}{4} = 1.25 \%$  โครเมียม  $(Cr)$  ผสมจำนวนน้อยมาก ไม่ระบุปริมาณ
- 42 Mn V 7      คือ เหล็กผสมแมงกานีสและโครเมียมมีส่วนผสมของคาร์บอนผสม  $(C) = \frac{42}{100} = 0.42 \%$   
แมงกานีส  $(Mn) = \frac{7}{4} = 1.75 \%$  วานเดียม  $(V)$  ผสมจำนวนน้อยมากไม่ระบุ  
ปริมาณ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

**ตัวเลขหมู่โค้ดที่กำหนดลักษณะกรรมวิธี คุณภาพของเหล็กดังนี้**

- .1 หมายถึง ใช้ได้ดีในขอบเขตยืดหยุ่น (Elastic Limit) หรือยืดหด
- .2 หมายถึง ตัดและโค้งงอได้
- .3 หมายถึง เมื่อบากเป็นรอยลึกสำหรับขัน ทนต่อแรงกระแทกและแรงดึง
- .4 หมายถึง คุณสมบัติของ .1 +.2 รวมกัน
- .5 หมายถึง คุณสมบัติของ .2 +.3 รวมกัน
- .6 หมายถึง คุณสมบัติของ .1 +.3 รวมกัน
- .7 หมายถึง คุณสมบัติของ .1 +.2 +.3 รวมกัน
- .8 หมายถึง มีความแข็งแรงทนทาน หรือ ยังกงความแข็งแรงได้ร้อนจัด
- .9 หมายถึง มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า



	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพญา


**ตารางแสดงสัญลักษณ์ส่วนผสม และลักษณะงานของเหล็กต่าง ๆ ตามมาตรฐาน DIN**

สัญลักษณ์ DIN	ความเค้นแรงดัน สูงสุด กก./มม <sup>2</sup> (Kp/mm) <sup>2</sup>	เปอร์เซ็นต์ คาร์บอน (C) ที่ผสม	ลักษณะและคุณสมบัติ	ตัวอย่างงาน
St 00.11	-	-	เหล็กทั่ว ๆ ไปไม่มีฟลัก	งานทั่ว ๆ ไปที่ไม่มีความต้องการพิเศษ
St 37.11	37 - 45	-	เป็นเหล็กจากเตาโม่สและเตา กระทะ เชื่อมประสานไม่ดี	เหล็กสร้างโครงสร้างและเหล็กช่างตีเหล็ก
St 34.11	34 - 42	0.12	ชุบผิวแข็งและเชื่อมอัดด้วยไฟได้	ชิ้นงานตีเหล็ก
St 50.11	50 - 60	0.35	ชุบผิวแข็งไม่ได้ เชื่อมไม่ติด	เหล็กสร้างเครื่องจักรที่ต้องการแต่ความ แข็งแรงอย่างเดียว
St 70.11	70 - 85	0.60	ชุบแข็งและชุบเหนียวได้	เหล็กสร้างเครื่องจักรและเครื่องมือกล (กลึง รีดได้)
St 37.12	37 - 45	0.18	เชื่อมได้แต่ต้องเป็นเชื่อมหลอม	เหล็กแท่งภาคตัดรูปต่าง ๆ
St 42.12	42 - 50	0.25	เชื่อมได้ทั่ว ๆ ไป	เหล็กแท่งภาคตัดรูปต่าง ๆ (เกรดดี)
St 38.13	38 - 45	0.20	เหล็กทำเกลียว	เกลียวและนอต สกรู
17 MnSi 5	52 - 64	0.20	เชื่อมประสานได้ดี	สร้างโครงเหล็กโครงสะพาน และรถ
C 10	42 - 52	0.06 - 0.12	ชุบผิวแข็งได้	ชิ้นส่วนเครื่องมือกลเล็ก ๆ
16 MnCr 5	80 - 110	0.14 - 0.19	ชุบผิวแข็งได้	เฟืองตัวเล็ก ๆ เพลารถยนต์ เพลากลีเยอร์
14 Cr 4	155 - 180	0.38 - 0.44	ชุบผิวแข็งได้	เฟืองที่ต้องชุบผิวเล็กน้อย
C 22	50 - 60	0.18 - 0.25	ชุบผิวแข็งได้	เฟืองและเพลานในเครื่องจักรเครื่องมือกล ต่าง ๆ
C 35	60 - 82	0.32 - 0.40	ชุบเหนียวได้	เฟืองและเพลานในเครื่องจักรเครื่องมือกล ต่าง ๆ
37 MnSi 5	90 - 105	0.33 - 0.41	ชุบเหนียวได้	ก้านสูบ เพลามัดกัด เพลาช้อเหวี่ยง




เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

สัญลักษณ์ DIN	ความเค้น แรงคั้นสูงสุด กก./มม <sup>2</sup> (Kp/mm) <sup>2</sup>	เปอร์เซ็นต์ คาร์บอน (C) ที่ผสม	ลักษณะและคุณสมบัติ	ตัวอย่างงาน
50 CrMo 4	110 - 130	0.46 – 0.54	ชุบเหนียวได้	ลักษณะที่ทนความร้อน
22 S 20	ไม่ต่ำกว่า 42	0.19 – 0.25	เหล็กสังอัดโนมิตี ชุบแข็งได้ ชุบเหนียวได้	ชิ้นงานผลิตหลายแบบ
40 CrMoV 21	-	0.40	เหล็กผสมที่ทำงานได้ ณ อุณหภูมิสูง ๆ เหมาะกับงานชิ้น รูปขนาดใหญ่	ชิ้นงานหล่ออัด
105 Cr 4	แข็ง HR 65	1.05	เหล็กแข็งใช้ทำงานเย็น	เครื่องมือวัดและดึงเหล็กเส้น
38 MnSi 4	55 - 70	0.34 – 0.42	เหล็กผสมที่ทำงานได้ในอุณหภูมิ สูง ๆ เหมาะกับงานชิ้นรูปขนาด ใหญ่	ระบบกำลัง สลักลูกสูบ เพลาค้อเหวี่ยง บูช และ แหวนเครื่อง กังหันไฟฟ้า
55 Si 7	130	0.5 – 0.6	เหล็กเหนียวสปริง	แหวนสปริง
Gs - 38	38	0.24	เหล็กเหนียวหล่อปกติ	ชิ้นหล่อโต ๆ
Gs – 22 CrMo 5	ไม่ต่ำกว่า 50	0.19 – 0.25	เหล็กเหนียวหล่อทนร้อนเชื่อมได้ ดี	หุ่นอาร์มาเจอร์ที่ต้องทนร้อน
GG - 18	18	-	เหล็กหล่อทั่วไป	งานเหล็กหล่อทั่วไป
GG - 26	26	-	เหล็กหล่ออย่างดี	งานเหล็กหล่ออย่างดี
GTW - 35	35	-	เหล็กหล่อเหนียวสีขาว	ข้อต่อท่อ แขนงัด
GTW-S 40	40	-	เหล็กหล่อเหนียวอย่างดี	กรอบโครงต่าง ๆ
GTS - 38	38	-	เหล็กหล่อเหนียวสีดำ	ชิ้นงานหล่อผนังหนา

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**มาตรฐานเหล็กตาม DIN 17200 และ DIN 17210**

มาตรฐาน	สัญลักษณ์		ส่วนผสม คาร์บอน	ความคงทนต่อ แรงดึง กก./ตร.มม.	คุณสมบัติ	ลักษณะที่ใช้งาน
DIN 17200 เหล็กชุบที่ไม่มีส่วนผสม (เหล็กเหนียวช่างดี)	C 22	SiC25.61	0.18-0.25%	55-65	เชื่อมหรือตีได้	ชิ้นส่วนที่ต้องการเชื่อม
	C 35	SiC35.61	0.32-0.40%	60-72	เหนียว	สลัก แหวน
	C 45	SiC45.61	0.42-0.50%	60-90	ตีได้ดี	สกรู หมุด
	C 60	SiC60.61	0.57-0.65%	70-106	ตีได้	ส่วนที่ต้องการความเหนียวสูง
DIN 17210 เหล็กรีดไม่มีส่วนผสม	C 10	SiC10.61	0.06-0.12%	42-52	เชื่อมหรือตีได้	ชิ้นส่วนที่ต้องการใช้เหล็กชนิดเหนียว มาก ๆ เช่น ถังส่ง สลัก หรือข้อเหวี่ยง
	C 15	SiC16.61	0.12-0.18%	50-65		

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เหล็กหล่อผสม	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

**ระบบมาตรฐานเหล็กของประเทศสหรัฐอเมริกา คือ AISI (American Iron and Steel Institute)**

การกำหนดโค้ดตัวเลขสองตัวแรกของเหล็กตามมาตรฐาน AISI ของอเมริกันที่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ดังนี้

- 10XX คือ เหล็กคาร์บอนธรรมดา
- 11XX คือ เหล็กคาร์บอนที่เหมาะสมแก่งานปาดผิว
- 13XX คือ เหล็กผสมแมงกานีส
- 23XX คือ เหล็กผสมนิกเกิล
- 33XX คือ เหล็กผสมโครเมียมและนิกเกิล
- 40XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัม
- 41XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัมและโครเมียม
- 43XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัม โครเมียม และนิกเกิล
- 46XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัมและนิกเกิล (ผสมนิกเกิลมากกว่า 1.83%)
- 48XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัมและนิกเกิล (ผสมนิกเกิล = 3.50%)
- 51XX คือ เหล็กผสมโครเมียม
- 61XX คือ เหล็กผสมโครเมียมและวานาเดียม
- 7XXX คือ เหล็กผสมโครเมียมและซิลิโคน (ทั้งสแตน)
- 9XXX คือ เหล็กผสมซิลิกอนและแมงกานีส

**หลักการอ่านโค้ดมาตรฐานเหล็กแบบอเมริกัน มีดังนี้**

ก) เลขหลักที่หนึ่งหรือเลขหลักหน้าสุดบอกชนิดของเหล็กว่าเป็นเหล็กผสมโลหะอะไรบ้าง

ข) เลขหลักที่สองหรือเลขตัวที่สองเป็นเลขบอกปริมาณเปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมโลหะในเนื้อเหล็กตามข้อ ก.



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะซินเตอร์	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

ก) เลขสองตัวสุดท้ายบอกร้อยส่วนของคาร์บอน (C) ในเหล็ก (เป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่หารด้วย 100)

AISI 1020 (เหล็ก 1020) หมายความว่า

1 คือ เหล็กคาร์บอนธรรมดา

0 คือ ปริมาณส่วนผสมโลหะในเหล็กไม่มี

20 คือ ปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็ก  $C = \frac{20}{100} = 0.20 \%$

AISI 1030 (เหล็ก 1030) หมายความว่า

1 คือ เหล็กคาร์บอนธรรมดา

0 คือ ปริมาณส่วนผสมโลหะในเหล็กไม่มี


30 คือ ปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็ก  $C = \frac{30}{100} = 0.30 \%$


### 3.3 โลหะซินเตอร์

โลหะซินเตอร์ คือ โลหะแข็งที่ผ่านกระบวนการซินเตอร์ ทำให้ได้โลหะที่มีความแข็งแรงมากสำหรับใช้เป็นกมตัดโลหะชนิดต่าง ๆ ดังรายละเอียด



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างงาน โลหะซินเตอร์


	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะซินเตอร์	วิทยาลัยเทคนิคพญา
<p>กระบวนการผลิตโลหะซินเตอร์ ใช้ทั้งสแตนคาร์ไบด์ประมาณ 70-85% ไททานเนียมคาร์ไบด์ และแทนทาลัมคาร์ไบด์ ประมาณ 10-15% โคบอลต์เป็นวัสดุประสาน 5-15% ใช้ตัวมันบดตัวเองจนเป็นผงละเอียด นำไปอัดขึ้นรูปด้วยแรงดันอัด 100 บาร์ (บรรยากาศ) นำไปอบในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 800-100°C นำชิ้นงานมาตกแต่งเสร็จแล้วนำไปอบให้หลอมละลายอีกครั้งที่อุณหภูมิ 1,400-1,700°C เมื่อปล่อยให้เย็นตัวจะได้โลหะที่แข็งแรงมาก (98-99% ของเพชร) คุณสมบัติ แข็งทนต่อการสึกหรอได้ดีมาก เป็นวัสดุคมตัดที่ให้กำลังสูงกว่าเหล็กรอบสูง 5-8 เท่า คงความคมและความแข็งที่อุณหภูมิงานสูงมาก เมื่อนำไปใช้ในงานตัดจะได้ผิวงานที่เรียบประหยัดเวลางานแต่จะมีความเปราะ ไม่ทนแรงกระแทก การใช้งาน ใช้ทำส่วนคมของวัสดุคมมีด แบบดิ่งเส้นลวด เหล็กตัดเกลียว ดอกกัด ไบมีดกัด และเครื่องมือขึ้นรูปโลหะแข็งอื่น ๆ</p>		

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง แบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา


### แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

**คำสั่ง :** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติเหล็กกล้าผสม
  - แข็งแรง รับแรงดึง แรงกด การลื่นสะเทือน
  - ความสามารถในการทนความร้อนสูง
  - มีความแข็งแต่เปราะ
  - คุณสมบัติทางแม่เหล็ก
- เหล็กกล้าผสมชนิดใดที่ต้องชุบแข็งก่อนนำไปใช้งาน
  - เหล็กกล้าไร้สนิม
  - เหล็กผสมต่ำ
  - เหล็กกล้ารอบสูง
  - เหล็กผสมสูง
- เหล็กกล้าที่มีธาตุต่างๆ ผสมอยู่รวมกันมากกว่า 5 % คือเหล็กชนิดใด
  - เหล็กกล้าผสมต่ำ
  - เหล็กผสมสูง
  - เหล็กกล้าสีเทา
  - เหล็กกล้าสีขาว
- เหล็กกล้าไร้สนิมเป็นเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของโลหะชนิดใด
  - คาร์บอน
  - โครเมียม ซิลิกอน
  - โครเมียม นิกเกิล
  - โครเมียม โคบอลต์
- ดอกสว่านสลักอักษร H.S.S ไว้ที่ก้านดอกสว่าน หมายถึง ทำด้วยเหล็กในข้อใด
  - เหล็กกล้ารอบสูง
  - เหล็กกล้าไร้สนิม
  - เหล็กกล้าผสมต่ำ
  - เหล็กกล้าทนแรงดึงสูง
- เหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงเพียงพอสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องชุบแข็งแต่ป้องกันสนิมเวลานานนำไปใช้ต้องทาสีกันสนิม คือ คุณสมบัติเหล็กกล้าชนิดใด
  - เหล็กกล้าทนแรงดึงสูง
  - เหล็กกล้าผสมความแข็งแรงสูง
  - เหล็กกล้าทนการสึกหรอ
  - เหล็กกล้าหล่อผสม
- เหล็กหล่อชนิดใดนิยมใช้ทำท่อไอเสียรถยนต์ที่ทนความร้อน
  - เหล็กหล่อผสมทนการกัดกร่อน
  - เหล็กหล่อผสมทนการสึกหรอ
  - เหล็กหล่อผสมพิเศษ
  - เหล็กหล่อผสมทนความร้อน
- เหล็กหล่อผสมทนร้อนมีส่วนผสมของธาตุใดเป็นหลัก
  - ซิลิกอน
  - โคบอลต์
  - กำมะถัน
  - ดีบุก

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง แบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา
<p>9. ธาตุที่เสริมคุณสมบัติของเหล็กให้สามารถชุบแข็งได้คือ</p> <p>ก. โครเมียม      ข. คาร์บอน      ค. วานเดียม      ง. โคบอลต์</p> <p>10. เหล็กมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อน มีความแข็งตลอดทั้งแท่งธาตุผสมพิเศษคือข้อใด</p> <p>ก. นิกเกิล      ข. ซิลิกอน      ค. โครเมียม      ง. ถูกทั้งข้อ ก และข้อ ข</p> <p>11. ธาตุผสมที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กของเหล็กตรงกับข้อใด</p> <p>ก. โคบอลต์      ข. ซิลิกอน      ค. แมงกานีส      ง. โมลิบดีนัม</p> <p>12. งานที่ต้องสัมผัสกับกรดและน้ำทะเลใช้กับเหล็กชนิดใด</p> <p>ก. เหล็กกล้าผสมความแข็งแรงสูง      ข. เหล็กหล่อผสมทนการกัดกร่อน</p> <p>ค. เหล็กหล่อผสมทนการกัดกร่อน      ง. เหล็กหล่อคาร์บอนสูง</p> <p>13. อุปกรณ์เครื่องมือไม่หินใช้เหล็กชนิดใด</p> <p>ก. เหล็กหล่อสีขาว      ข. เหล็กหล่อสีเทา</p> <p>ค. เหล็กหล่อผสมทนการสึกหรอ      ง. เหล็กหล่อคาร์บอนสูง</p> <p>14. ถ้าต้องการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลการเกษตรจะเลือกใช้เหล็กชนิดใด</p> <p>ก. เหล็กหล่อสีเทา      ข. เหล็กกล้าหล่อผสม      ค. เหล็กเหนียว      ง. เหล็กกล้า</p> <p>15. เหล็กกล้าทนแรงดึงสูงผลิตด้วยกรรมวิธีใด</p> <p>ก. หลอมเหล็กกล้าคาร์บอนสูง      ข. หลอมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ</p> <p>ค. หลอมเหล็กกล้าผสมนิกเกิล โครเมียม      ง. หลอมเหล็กกล้าผสมแมงกานีส ซิลิกอน</p>		



	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 3 เรื่อง โลหะเหล็กผสม	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน**

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

