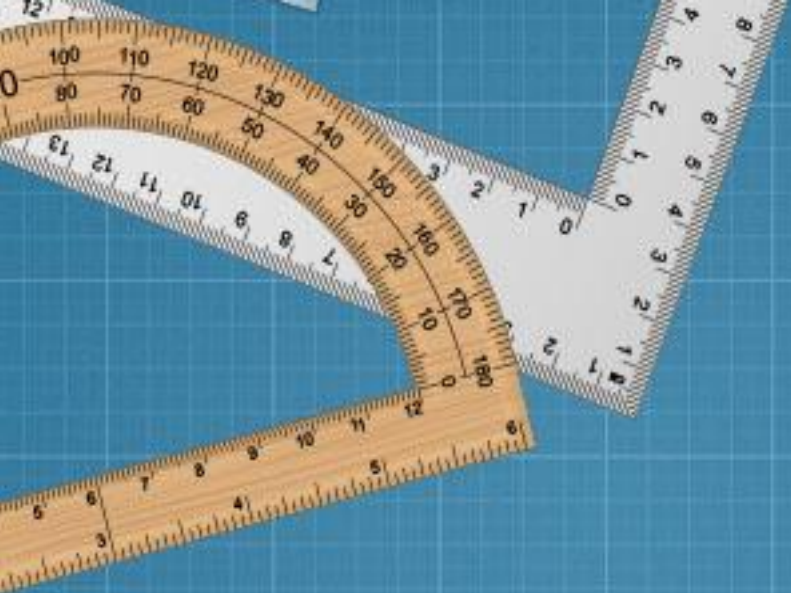




หน่วยที่ 3 โดหะเหตัก

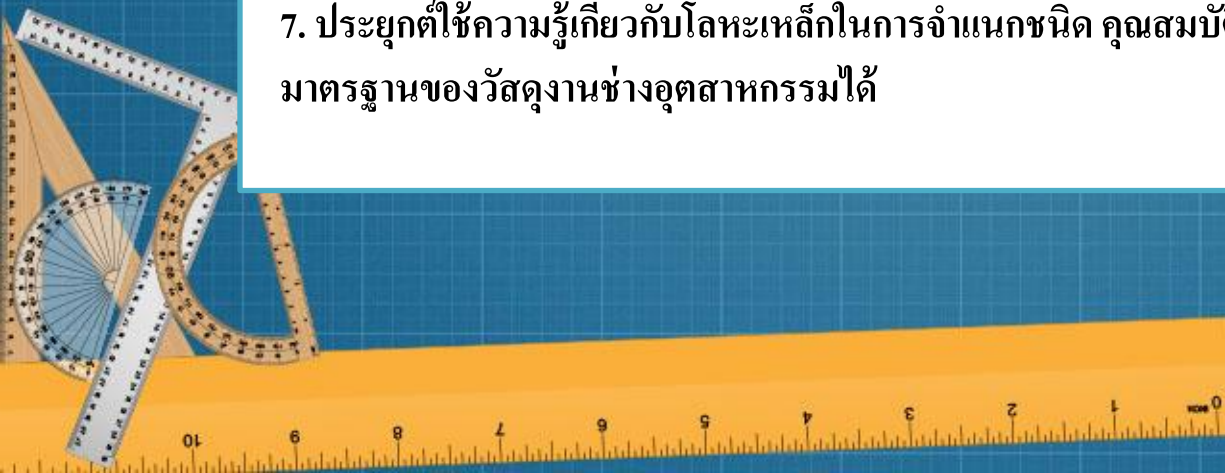
สาระการเรียนรู้

1. เหล็กกล้า
2. เหล็กหล่อ
3. โลหะซินเตอร์
4. อิทธิพลของธาตุที่มีต่อโลหะเหล็ก



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายชนิดและการใช้งานของเหล็กกล้าได้
2. อธิบายชนิดและการใช้งานของเหล็กหล่อได้
3. อธิบายชนิดและการใช้งานของโลหะซินเตอร์ได้
4. อธิบายอิทธิพลของธาตุที่มีต่อโลหะเหล็กได้
5. อภิปรายและนำเสนอความรู้เกี่ยวกับโลหะเหล็กได้
6. มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีวินัย ความรับผิดชอบ ความรักสามัคคี มีมนุษยสัมพันธ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง สนใจใฝ่รู้ มีความคิดสร้างสรรค์ อดทน ในการปฏิบัติงาน
7. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับโลหะเหล็กในการจำแนกชนิด คุณสมบัติ ลักษณะการใช้งานและมาตรฐานของวัสดุงานช่างอุตสาหกรรมได้





1. เหล็กกล้า (Steel)

1. เหล็กกล้าคาร์บอน เป็นเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของคาร์บอนเป็นหลัก และมีสารอื่นผสมอยู่ด้วย ได้แก่ ซิลิกอน (Si) ฟอสฟอรัส (P) และ กำมะถัน (S) เหล็กกล้าคาร์บอนแบ่งตามเปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่ผสมอยู่ได้ 3 ชนิด ดังนี้

- 1) เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)
- 2) เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel)
- 3) เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

1) เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)

เป็นเหล็กเหนียวแต่ไม่แข็งแรงนัก สามารถนำไปกลึง กัด เจาะได้
ง่าย เนื่องจากเป็นเหล็กที่อ่อน เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรง
ดังสูงนัก ไม่สามารถนำมาชุบแข็งได้



ภาพที่ 3.1 เหล็กเส้นในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ



ภาพที่ 3.3 กระป๋องบรรจุอาหารทำจาก
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

2) เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.31-0.60% มีความแข็งแรงและความเค้นแรงดิ่งมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่จะมีความเหนียวน้อยกว่า นอกจากนี้ยังให้คุณภาพในการแปรรูปที่ดีกว่าและยังสามารถนำไปชุบผิวแข็งได้



ภาพที่ 3.4 รางรถไฟทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง



ภาพที่ 3.5 ท่อเหล็กทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

3) เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

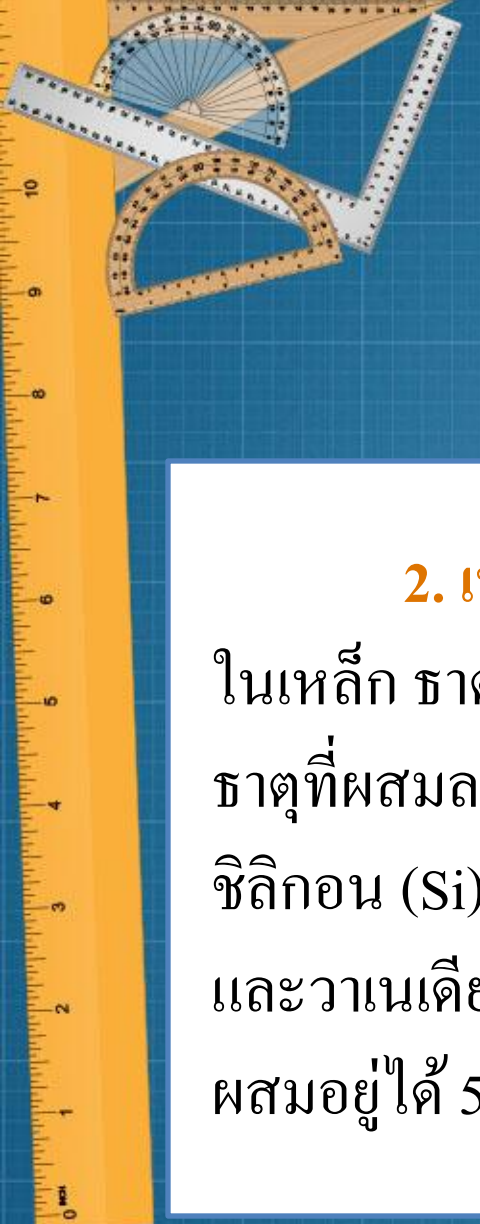
เป็นเหล็กมีความแข็งแรง และทนความเค้นแรง
ดิ่งสูง มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.5-1.5% สามารถทำการชุบแข็งได้แต่จะ
เปราะ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความต้านทานต่อการสึกหรอ



ภาพที่ 3.6 ตะไบทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง



ภาพที่ 3.7 แบริ่งลูกปืน ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง



1. เหล็กกล้า (Steel)

2. เหล็กกล้าผสม เป็นเหล็กที่มีธาตุอื่นนอกจากคาร์บอนผสมอยู่ในเหล็ก ธาตุบางชนิดที่ผสมอยู่อาจมีปริมาณเปอร์เซ็นต์มากกว่าคาร์บอน ธาตุที่ผสมลงไป ได้แก่ โมลิบดีนัม (Mo) แมงกานีส (Mn) ซิลิกอน (Si) โครเมียม (Cr) อะลูมิเนียม (Al) นิกเกิล (Ni) และวานาเดียม (V) เหล็กกล้าผสมสามารถแบ่งตามปริมาณของธาตุที่ผสมอยู่ได้ 5 ประเภท ดังนี้

1) เหล็กกล้าประสมต่ำ (Low Alloy Steels)

เป็นเหล็กกล้าที่มีธาตุผสมรวมกันน้อยกว่า 8% ธาตุที่ผสมอยู่ คือ โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม และแมงกานีส ปริมาณของธาตุที่ใช้ผสมแต่ละตัวจะไม่มากประมาณ 1-2% ผลจากการผสมทำให้เหล็กสามารถชุบแข็งได้ มีความแข็งแรงสูง



ภาพที่ 3.8 เพลาข้อเหวี่ยงทำจากเหล็กกล้าประสมต่ำ



ภาพที่ 3.9 ชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงทำจากเหล็กกล้าประสมต่ำ

2. เหล็กกล้าประสมสูง (High Alloy Steels)

เป็นเหล็กที่ผสมธาตุอื่น ๆ กว่า 10% เหล็กกล้าในกลุ่มนี้รวมถึงเหล็กเครื่องมือประสม (Alloy Tool Steel) มีคุณสมบัติในด้านทนต่อการกัดกร่อนทนต่อการสึกหรอได้ดี จึงถูกใช้งานในการทำเหล็กงานเครื่องมือต่าง ๆ



ภาพที่ 3.10 เครื่องมือทำจากเหล็กกล้าประสมสูง

3. เหล็กกล้าประสมพิเศษ (Special Alloy Steel)

3.1 เหล็กกล้าประสมทนแรงดึงสูง (High Tensile Strength Alloy Steel)

3.2 เหล็กกล้าทนการเสียดสี และรับแรงกระแทก (Wear Resistant Steel)

3.3 เหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel)

3.4 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)



ภาพที่ 3.11 เครื่องมือตัดในงานเครื่องมือกลทำจากเหล็กกล้าความเร็วสูง



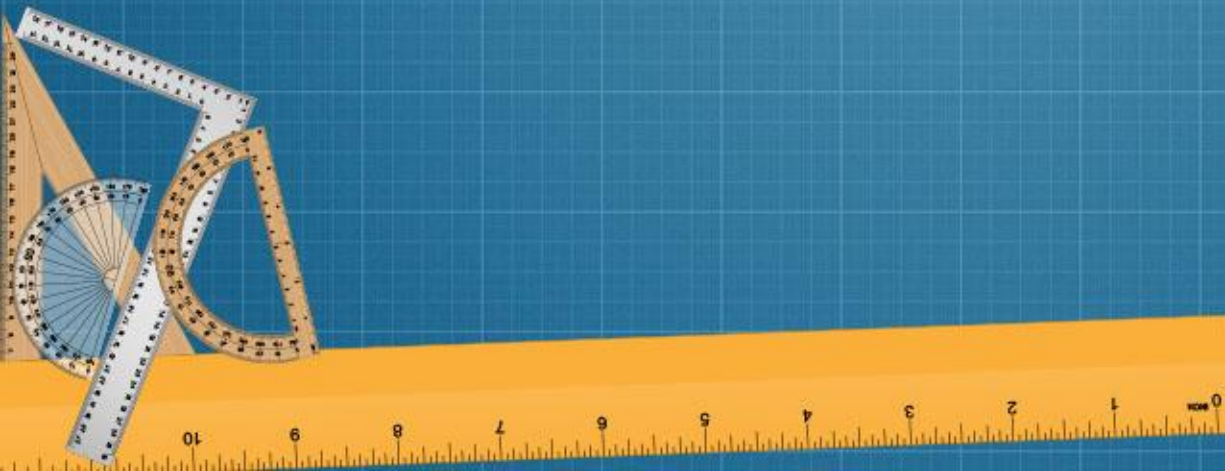
ภาพที่ 3.12 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

4. เหล็กกล้าหล่อ (Cast Steel)

เป็นเหล็กกล้าที่นำมาขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อ มีลักษณะรูปร่างซับซ้อนเกินกว่าที่จะทำการตีขึ้นรูป การอัด หรือการรีด วิธีการหล่อนี้จะได้งานที่หนาใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการ

4.1 เหล็กกล้าคาร์บอนหล่อ (Carbon Casting Steel)

4.2 เหล็กกล้าประสมหล่อ (Alloy Casting Steel)



5. เหล็กอ่อน (Wrought Iron)

เป็นเหล็กที่มีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนไม่เกิน 0.1% และธาตุผสมอื่น ๆ เช่น ซิลิกอน กำมะถัน ฟอสฟอรัสแมงกานีส ทำให้ได้เหล็กที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.9% เมื่อเผาให้ร้อนเหล็กอ่อนนี้จะไม่หลอมละลาย อ่อนตีขึ้นรูปได้ง่ายมาก



ภาพที่ 3.14 ผลิตภัณฑ์ทำจากเหล็กกล้าหล่อ

2. เหล็กหล่อ

2.1 เหล็กหล่อสีขาว (White Cast Iron) มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนอยู่ประมาณ 1.7% ขึ้นไป และยังมีธาตุที่ผสมอยู่ เช่น กำมะถัน ซิลิกอน แมงกานีส และฟอสฟอรัส



ภาพที่ 3.15 ลูกบอลกลมในเบร้งลูกปืน
ทำจากเหล็กหล่อสีขาว



ภาพที่ 3.16 ล้อรถไฟทำจากเหล็กหล่อสีขาว

2.2 เหล็กหล่อสีเทาหรือสีดำ (Gray Cast Iron)

เป็นเหล็กหล่อที่มีส่วนผสม และ โครงสร้างใกล้เคียงกับเหล็กดิบที่
ถลุงจากเตาสูง เมื่อหักดูเนื้อเหล็กตรงรอยหักจะเห็นเม็ดเกรนเป็นสีเทา มี
เปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 3-3.5% แต่คาร์บอนใน
เหล็กหล่อสีเทานี้จะเกิดขึ้นเนื่องจากเย็นตัวเป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้
คาร์บอนปริมาณส่วนใหญ่จะแยกตัวออกมารวมกันในรูปของคาร์บอน
บริสุทธิ์เป็นแผ่นหรือเกล็ด (Flakes) ซึ่งเรียกว่า Graphite ซึ่งทำให้ดูเป็น
สีเทา แต่ก็ยังมีคาร์บอนบางส่วนรวมตัวในลักษณะสารประกอบในเนื้อ
เหล็กซีเมนไต์ (Cementite) เหมือนเหล็กหล่อสีขาว นอกจากนี้ยังมีธาตุ
ที่ผสมอยู่



ภาพที่ 3.18 โถะงานหมุนจากเหล็กหล่อสีเทา



ภาพที่ 3.17 ปากกาจับชิ้นงาน

2.3 เหล็กหล่อกราไฟต์กลม (Spheroidal Graphite Cast Iron)

มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนอยู่ประมาณ 3-3.5% และยังมีธาตุที่ผสมอยู่ เช่น แมกนีเซียม และนิกเกิล เหล็กหล่อชนิดนี้ได้มาจากเหล็กหล่อสีเทา อีกทีหนึ่งโดยผสมแมกนีเซียม นิกเกิลลงในน้ำเหล็กก่อนเทลงแบบ ซึ่งจะ ทำให้กราไฟต์ (คาร์บอนบริสุทธิ์ที่รวมตัวอยู่ในเนื้อเหล็ก) มีลักษณะเป็น วงกลม (Spheroids)



ภาพที่ 3.19 ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์
ทำจากเหล็กหล่อกราไฟต์กลม

2.4 เหล็กหล่อ CGI (Compacted Graphite Iron)

มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนประมาณ 4.2% และมีธาตุที่ผสมอยู่ เช่น แมกนีเซียม และนิกเกิล จะมีเนื้อเม็ดเกรนแตกต่างจากเหล็กหล่อกราไฟท์กลม คือ มีกราไฟท์เป็นลักษณะคดยาวคล้ายตัวหนอน (Vermicular Graphite) โดยมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างเหล็กหล่อกราไฟท์กลมกับเหล็กหล่อสีเทา มีความต้านทานแรงดึงได้ดีกว่าเหล็ก



ภาพที่ 3.20 ท่อไอเสียของรถยนต์ทำจาก
เหล็กหล่อ CGI

2.5 เหล็กหล่ออบเหนียว (Malleable Cast Irons)

หรือเหล็กหล่อเหนียว (GT)

เหล็กหล่อชนิดนี้สามารถทนต่อแรงดึงได้ดีกว่าเหล็กหล่อสีเทา และเหล็กหล่อสีขาว แต่น้อยกว่าเหล็กกราไฟต์กลม นอกจากนี้ทนต่อแรงกระแทกได้ดี มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็กกล้า เหล็กหล่อชนิดนี้ทำจากเหล็กสีขาวไปผ่านกรรมวิธีอบอ่อน ควบคุมการเย็นตัว ซึ่งจะช่วยให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 3.21 ข้อต่อท่อทำจากเหล็กหล่ออบเหนียว

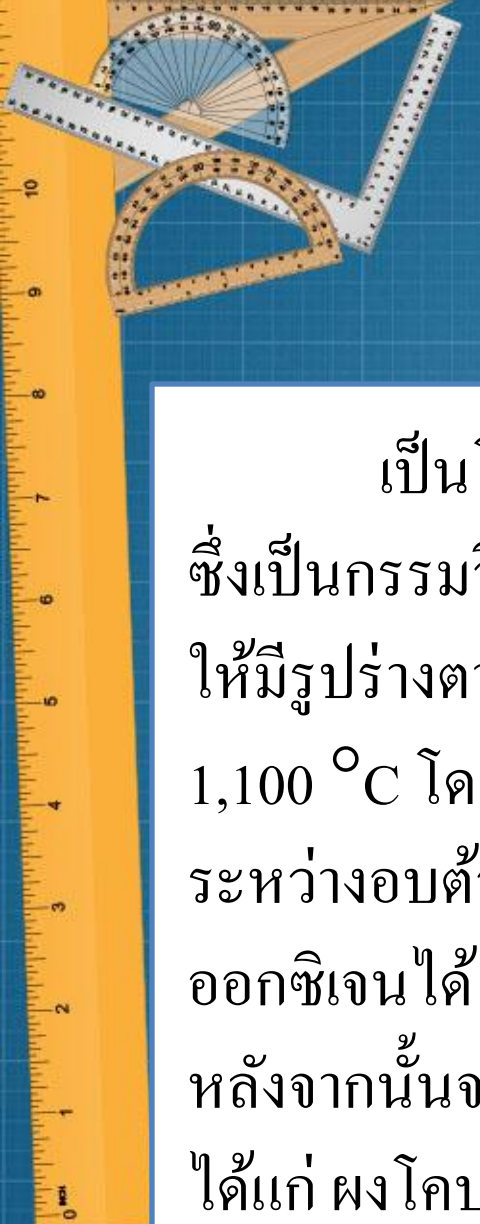
2.6 เหล็กหล่อผสมหรือเหล็กหล่อพิเศษ (Alloy and Special Cast Iron)

เป็นเหล็กหล่อที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เหล็กหล่อชนิดนี้มีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับสารหรือโลหะที่ผสมในเนื้อเหล็กหล่อ แบ่งออกตามการใช้งานได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. เหล็กหล่อผสมทนการเสียดสี (Alloy and Special Cast Iron)
2. เหล็กหล่อผสมทนต่อความร้อน (Heat Resistance Cast Iron)
3. เหล็กหล่อผสมทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion Resistant Iron)



ภาพที่ 3.22 ปั๊มน้ำทำจากเหล็กหล่อผสม

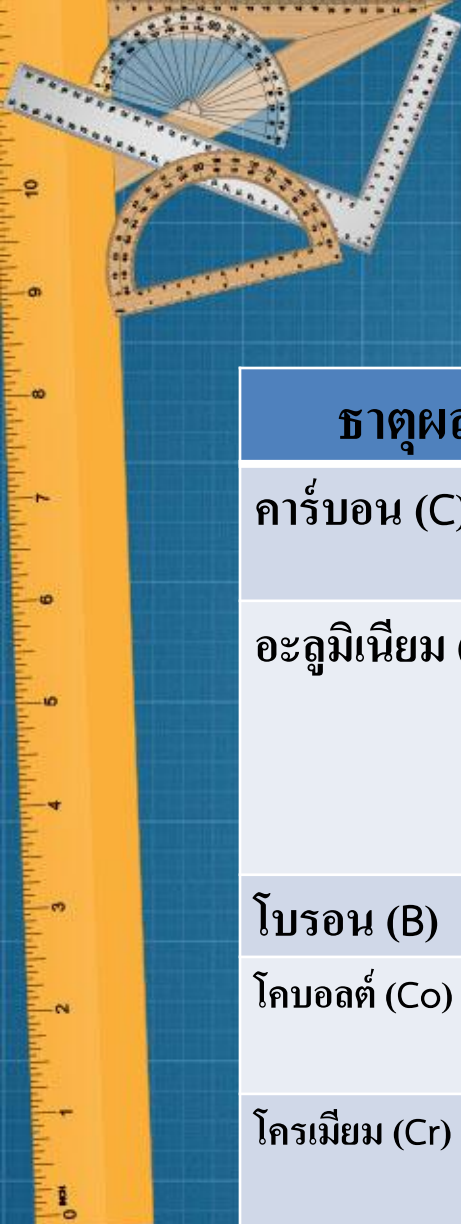


3. โลหะซินเตอร์

เป็นโลหะที่ผลิตขึ้นจากกรรมวิธีซินเตอร์ (Sintering Process) ซึ่งเป็นกรรมวิธีการนำผงโลหะที่มีความละเอียดมาก ๆ มากอัดในแบบให้มีรูปร่างตามต้องการ แล้วนำไปอบด้วยอุณหภูมิสูง ระหว่าง 900-1,100 °C โดยเตาที่ใช้เป็นเตาไฟฟ้า สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ในระหว่างอบต้องใช้แก๊สเฉื่อย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรวมตัวของออกซิเจนได้ ในลักษณะนี้ชิ้นงานจะมีความถูกต้องละเอียดมาก และหลังจากนั้นจะทำการแกะออกจากแบบ วัสดุดิบที่ใช้ผลิตโลหะซินเตอร์ ได้แก่ ผงโคบอลต์ (Co) ผงทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) ผงไทเทเนียมคาร์ไบด์ (TiC) และผงแทนทาลัมคาร์ไบด์ (TaC)

คุณสมบัติของโลหะซินเตอร์ คือ เป็นโลหะที่มีความแข็งแรงสูง ทนต่อความร้อนและการกัดกร่อนได้ดี สามารถใช้โลหะแข็งและโลหะหนักมาทำการผลิตได้มีรูพรุน ทำให้เปราะแตกหักง่าย น้ำหนักเบา และมีความหนาแน่นน้อย ใช้ทำเครื่องมือตัด เช่น มีดกลึง มีดเล็บ ดอกสว่าน ดังภาพที่ 3.24





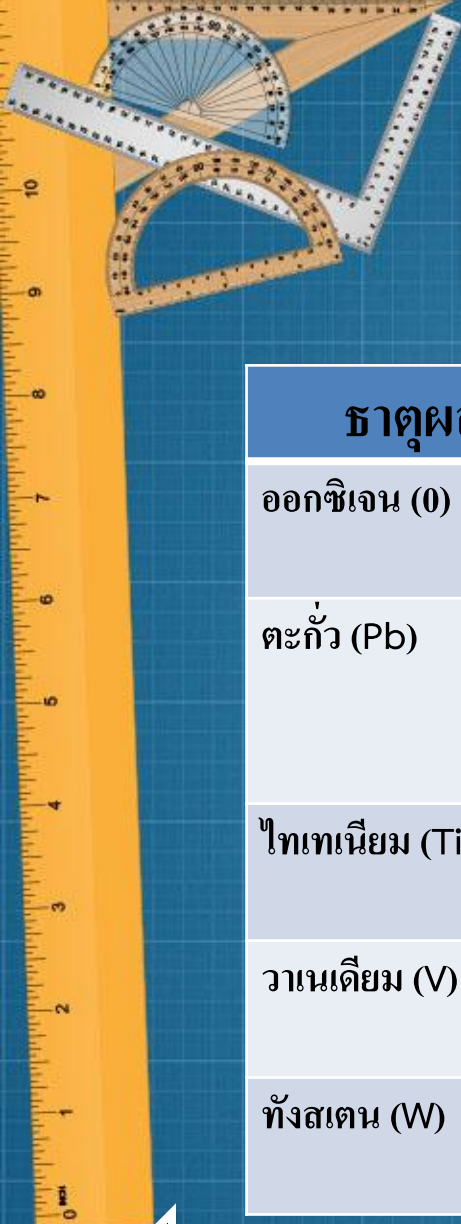
4. อิทธิพลของธาตุที่มีต่อโลหะเหล็ก

ธาตุผสม	ผลที่เกิดขึ้นกับโลหะเหล็ก
คาร์บอน (C)	ทำให้เหล็กแข็งเพิ่มขึ้น คาร์บอนสามารถรวมตัวกับเหล็ก และธาตุอื่น ๆ กลายเป็น คาร์ไบด์ (Carbide) ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการสึกหรอของเหล็ก
อะลูมิเนียม (Al)	เป็นธาตุที่นิยมใช้เป็นตัวไล่แก๊สออกซิเจนและไนโตรเจน ซึ่งผสมอยู่เล็กน้อยใน เหล็กจะมีผลทำให้เนื้อละเอียดขึ้น อะลูมิเนียมสามารถรวมตัวกับไนโตรเจนเป็น สารแข็งมาก ใช้ผสมลงในเหล็กทนความร้อนบางชนิด เพื่อให้ต้านทานต่อการตก สะเทือน
โบรอน (B)	ช่วยเพิ่มความสามารถชุบแข็งแก่เหล็ก
โคบอลต์ (Co)	ช่วยปรับปรุงให้เหล็กมีความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ผสมในเหล็กขึ้นรูปงานร้อน เหล็กทนความร้อน และเหล็กروبสูง
โครเมียม (Cr)	เพิ่มความแข็งแรงให้กับเหล็ก โครเมียมที่ผสมในเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เป็น สารประกอบพวกคาร์ไบด์ เพิ่มความแข็งแรงของเหล็กที่ใช้งานที่อุณหภูมิสูง เพิ่ม ความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารต่าง ๆ ได้ดีขึ้น



4. อิทธิพลของธาตุที่มีต่อโลหะเหล็ก (ต่อ)

ธาตุผสม	ผลที่เกิดขึ้นกับโลหะเหล็ก
ซิลิกอน (Si)	ทำให้เหล็กแข็งแรงและทนทานต่อการเสียดสีได้ดีขึ้น
นิกเกิล (Ni)	เพิ่มความทนทานต่อแรงกระทำของเหล็ก ทนการกัดกร่อน ทนความร้อน
ทองแดง (Cu)	เพิ่มความแข็งแรง โดยถ้าทองแดงผสมในเหล็กเพียงเล็กน้อยทำให้เหล็กจะไม่เกิดสนิมในเมื่อใช้งานในบรรยากาศ
แมงกานีส (Mn)	ทำให้เหล็กทนทานต่อแรงดึงมากขึ้น เพิ่มสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อถูกความร้อน ใช้เป็นตัวไล่กำมะถันซึ่งเป็นตัวที่ไม่ต้องการในเนื้อเหล็ก
โมลิบดีนัม (Mo)	ทำให้เหล็กมีเนื้อละเอียด เพิ่มความทนทานต่อแรงดึง และต้านทานต่อการกัดกร่อน
ไนโตรเจน (N)	ทำให้ผิวงานมีความแข็งสูงมาก ต้านทานการสึกหรอ
ฟอสฟอรัส (P) และกำมะถัน (S)	เป็นตัวทำลายคุณสมบัติของเหล็ก ต้องพยายามให้มีน้อยสุด เรียกว่า สารมลทิน (Impurities)



4. อิทธิพลของธาตุที่มีต่อโลหะเหล็ก (ต่อ)

ธาตุผสม	ผลที่เกิดขึ้นกับโลหะเหล็ก
ออกซิเจน (O)	เป็นอันตรายต่อเหล็ก ทำให้คุณสมบัติเชิงกล ความต้านทานแรงกระแทกลดลง และเปราะยิ่งขึ้น
ตะกั่ว (Pb)	เป็นอนุภาคละเอียดที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในเนื้อเหล็ก เมื่อนำไปกลึงหรือตัดเนื้อด้วยเครื่องมือกลทำให้ขี้ก้าง หรือเศษตัดขาดง่าย ตะกั่วไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติเชิงกลของเหล็ก
ไทเทเนียม (Ti)	ทำให้เกิดคาร์ไบด์ได้ดี เป็นธาตุผสมที่สำคัญในเหล็กไร้สนิม เพื่อป้องกันการผุกร่อนตามขอบเกรน ไทเทเนียมยังช่วยทำให้เหล็กมีเกรนละเอียด
วานาเดียม (V)	ทำให้เหล็กทนความร้อนได้ดี เพิ่มความแข็งแรงให้กับเหล็ก ทำให้เหล็กมีเนื้อละเอียดรวมตัวกับคาร์บอนที่เป็นคาร์ไบด์ได้ง่าย จึงทนทานต่อการสึกหรอ
ทังสเตน (W)	สามารถรวมตัวกับคาร์บอนเป็นคาร์ไบด์ที่แข็งแรงมาก ทำให้เหล็กที่ผสมทังสเตนมีความแข็งแรงมาก จึงใช้ทำเครื่องมือตัด เพิ่มความทนทานต่อการเสียดสีของเหล็ก

← หน่วยที่ 2

หน่วยที่ 4 →