	แผนการสอน	**หน่วยที่ 5**
	ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	**สอนครั้งที่ 6**
	ชื่อหน่วย โลหะผสมที่ไม่ใช่เหล็ก	**ชั่วโมงรวม 4 ชม.**
ชื่อเรื่องหรือชื่องาน อลูมิเนียมผสม		**จำนวนชั่วโมง 2 ชม.**

หัวข้อเรื่องและงาน

โลหะเป็นวัสดุที่มีความสำคัญมากในงานช่างอุตสาหกรรมชนิดหนึ่ง ปัจจุบันวัสดุที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมจะเป็นวัสดุประเภทโลหะถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุทั้งหมด มีทั้งโลหะที่เป็นเหล็ก (Ferrous) โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous) และโลหะผสม (Alloy) การนำไปใช้ต้องพิจารณาเลือกตามความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานเนื่องจากโลหะแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังนั้น การใช้งานก็แตกต่างกันด้วย

โลหะที่กล่าวมานี้สามารถนำมาปรับปรุงคุณสมบัติตามที่ต้องการได้โดยการเติมธาตุที่ต้องการลงไปจะได้โลหะที่มีคุณสมบัติตามต้องการ ปัจจุบันได้มีการจัดหาวัสดุอื่นซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับโลหะมาใช้งานทดแทนโดยเฉพาะแก้ว พลาสติก และไฟเบอร์กลาสส์ เป็นต้น

สาระสำคัญ

6. เหล็กหล่อ
7. โลหะไม่ใช่เหล็ก
8. โลหะผสม

สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)

1. แยกประเภทของโลหะได้
1. อธิบายคุณลักษณะของโลหะที่เป็นเหล็กและไม่ใช่เหล็กได้
2. บอกชนิดและคุณสมบัติของโลหะผสมได้
3. บอกชนิดของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กได้
4. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ในด้านการมีมนุษย์สัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้

เนื้อหาสาระ

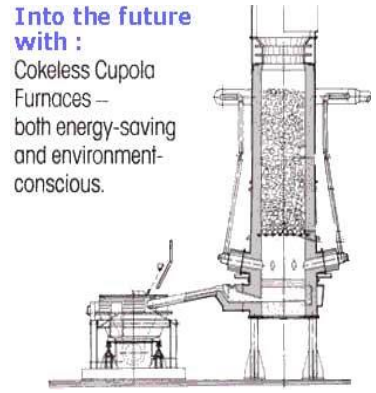
1. เหล็กหล่อ
   - 1.1 เหล็กหล่อสีเทา
   - 1.2 เหล็กเหนียวหล่อหรือเหล็กหล่อโนดูล่าร์
   - 1.3 เหล็กหล่อสีขาว
   - 1.4 เหล็กหล่อผสมสูง
   - 1.5 เหล็กหล่อเหนียวหรือเหล็กหล่อมอลเลียเบิล
2. โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก
   - 2.1 โลหะหนัก
   - 2.2 โลหะเบา
   - 2.3 โลหะผสม

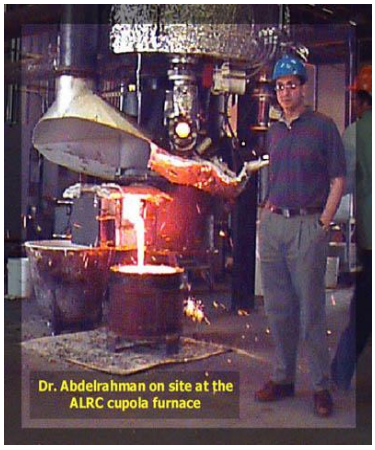
เนื้อหาสาระ

เหล็กหล่อ (Cast Iron)

เป็นเหล็กที่ราคาถูกและง่ายต่อการผลิต นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ธาตุที่สำคัญผสมอยู่ในเหล็กหล่อก็คือ คารบอน ผสมอยู่ตั้งแต่ 2 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ จากคาร์บอนที่มากขึ้นทำให้มันเป็นเหล็กหล่อ เพราะทำให้กราไฟต์เป็นอิสระและฝังตัวอยู่รอบ ๆ ตัวคาร์บอน ทำให้เหล็กหล่อมีคุณสมบัติการไหลตัวสูงขณะหลอมเหลว มีการหดตัวต่ำเมื่อเย็นตัวลง และสามารถตัดเฉือนหรือตกแต่งขนาดด้วยเครื่องจักรกลได้ง่าย

เหล็กหล่อจะแบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ เหล็กหล่อเทา เหล็กเหนียวหล่อ หรือเหล็กโนดูลาร์ เหล็กหล่อขาว เหล็กหล่อผสมสูง และเหล็กหล่อมอลเลียเบิล





เหล็กหล่อเทา (Gray Cast Iron)

มีเม็ดเกรนค่อนข้างละเอียดและมีสีเทาดำ เมื่อเปรียบเทียบเหล็กหล่อประเภทอื่นแล้วจะมีความเปราะกว่า ทนต่อแรงดึงได้ต่ำและขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลได้ง่าย ทนต่อแรงดึงได้ตั้งแต่ 30,000 ถึง 80,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่คุณสมบัติที่ดีและสำคัญมากของเหล็กหล่อสีเทาก็คือทนต่อแรงกดได้ดี เป็นเหล็กหล่อที่ทนต่อแรงกดได้มากกว่า เหล็กกล้า ทนต่อแรงกดได้ตั้งแต่ 105,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว ของสถาบัน ASTM สำหรับเกรด 30 และทนแรงกดได้ถึง 225,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว ของสถาบัน ASTM สำหรับเกรด 80

เหล็กหล่อสีเทาที่มีความแข็งแรงมากเพราะมี Pearlitic ฝังตัวอยู่ ส่วน Ferritic ที่ฝังตัวอยู่จะทำให้อ่อนและขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลได้ง่าย การเกิด Carbides ในเหล็กหล่อจะทำให้ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลได้ยาก ดังนั้น ในการหล่อเหล็กหล่อสีเทาต้องระมัดระวังไม่ให้มี Carbide ฝังตัวอยู่ขนาดและรูปร่างของกราไฟต์ที่ขนาบข้างคาร์บอนอยู่จะทำให้มันมีคุณสมบัติลื่น ทนต่อการเสียดสีได้โดยไม่สึกหรอหรือสึกช้า เหมาะสำหรับใช้ทำจานเบรก ฐานหรือโครงของเครื่องจักร เฟือง ล้อสายพาน ปากกาจับชิ้นงาน โต๊ะระดับ เสื้อสูบรถยนต์ ฯลฯ

เหล็กเหนียวหล่อหรือเหล็กหล่อโนดูลาร์ (Ductile or Nodular)

เหล็กหล่อชนิดนี้มีคุณสมบัติดี มีความแข็งแรงกว่าเหล็กกล้าผสมต่ำ ราคาถูกกว่า ได้มาจากกการหลอมละลายในเตาคิวโปลา ส่วนมากจะเรียกกันว่า เหล็กหล่อโนดูลาร์ เพราะว่ากราไฟต์ที่เป็นอิสระนั้นจะมีลักษณะกลมขนาบข้าง อยู่เหล็กเหนียวหล่อจะผสมแมกนีเซียมลงไปหลอมละลายรวมกัน แมกนีเซียมที่ผสมลงไปจะทำให้ผิวหน้าเกิดแรงดึงของกราไฟต์ในขระที่เหล็กหลอมละลายทำให้กราไฟต์เกิดเป็นรูปร่างคล้ายลูกบอล (Balls)

Pearlitic ที่ฝังตัวอยู่ทำให้มีความเหนียวสามารถทนแรงดึงได้ถึง 120,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งสามารถรับแรงดึงได้ใกล้เคียงกับเหล็กกล้าคาร์บอนสูงเลยทีเดียว

เหล็กหล่อ Ductile นี้ โดยทั่วไปจะนำไปใช้ทำเพลาข้อเหวี่ยง (Crakn Shafts) เพราะมีคุณสมบัติทางกลดี ทนต่อความล้าได้ดี มีการยืดตัวสูง ทำงานที่ลำบากหรือรับงานหนักได้ดี เช่น ใช้ทำเฟืองเพราะมีจุดล้าตัวสูง ทนต่อการสึกหรอได้ดี

การเลือกใช้เหล็กหล่อ Ductile หรือ Nodular ควรเลือกใช้ตามเกรดที่บอกคุณสมบัติไว้นั่นคือ ตั้งแต่มีความเหนียวสูง เกรด 80-60-30 จนกระทั่งถึงความแข็งแรงสูง เกรด 120-90-02

ความหมาย 80 หมายถึง มีแรงดึงต่ำสุด 80,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

60 หมายถึง จุดล้าตัวสูงสุด 60,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

03 หมายถึง มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัว 3 เปอร์เซ็นต์ ต่อความยาว 2 นิ้ว

เหล็กหล่อสีขาว (White Cast Iron)

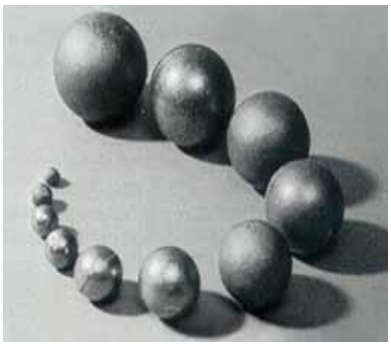
เหล็กหล่อชนิดนี้ผลิตในกรรมวิธีที่เรียกว่า “Chilling” หรือการทำให้เหล็กหล่อเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ป้องกันไม่ให้คาร์บอนอยู่ในรูปของกราไฟต์ ซึ่งการทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วจะทำให้คาร์บอนแทรกตัวอยู่ในเนื้อเหล็กในรูปของซีเมนไทล์ (Cementile) ผิวของหล่อเหล็กจะมีสีขาวมีความแข็งมาก นิยมนำไปใช้งานที่ต้องการให้ทนต่อการสึกหรอ และทนต่อการขูดขีด เช่น จานเบรกของล้อรถไฟ ลูกกลิ้งในโรงบด อุปกรณ์ทำอิฐ เครื่องบดหิน เหล็กหล่อสีขาวจะมีราคาถูกกว่าเหล็กหล่อชนิดอื่น แต่เหล็กหล่อสีขาวจะมีคุณสมบัติเปราะมาก

เหล็กหล่อผสมสูง (High – Alloy Cast Iron)

เหล็กหล่อผสมสูงได้มาจากการนำเอาเหล็กเหนียวหล่อ เหล็กหล่อสีเทา หรือเหล็กหล่อสีขาว มาผสมกับธาตุอื่นเกินกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ เช่น โครเมียม นิกเกิล ซิลิคอน และแมงกานีส เพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น

1. **เหล็กหล่อสีขาวผสมสูง** (White High-Alloy Cast Iron) จะผสมด้วยนิกเกิลและโครเมียม เพื่อเพิ่มจุดล้าตัวและความแข็งให้สูงขึ้น ต้านทานต่อการสึกหรอ และรอยขูดขีด

2. **เหล็กหล่อสีเทาผสมนิกเกิลสูง** (Gray – Iron High – Nikel) และเหล็กหล่อสีเทาผสมดีบุกสูง จะมีความต้านทานต่อการสั่นสะเทือนดีเยี่ยม ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี นิยมนำไปใช้ทำเครื่องมือในงานเครื่องกล เกจวัด วัดต่าง ๆ และกรอบแว่นตา เป็นต้น



เหล็กหล่อเหนียว (Malleable Cast Iron)

เป็นเหล็กหล่อเหนียวที่เกิดจากการนำเหล็กหล่อสีขาวที่มีโครงสร้างเป็นซีเมนไทล์ มากระทำด้วยกรรมวิธีทางความร้อน ด้วยอุณหภูมิสูงกว่า 1,600 °F ทำให้เหล็กหล่อชนิดนี้มี 2 โครงสร้างคือ โครงสร้างแบบ Ferritic และโครงสร้างแบบ Pearlitic ทำให้เหล็กหล่อชนิดนี้มีคุณสมบัติเหมือนเหล็กกล้า มีความแข็งแรงและเหนียว ทนต่อแรงอัดและรับงานหนักได้ดี มีคุณสมบัติขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลได้ดี สามารถชุบแข็งได้

โครงสร้างของเหล็กหล่อเหนียวแบบ Ferritic จะช่วยทำให้เหนียว และตัดเฉือนขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลได้ง่าย ส่วน Pearlitic จะทำให้เหล็กหล่อมีผิวแข็งและมีความแข็งแรง

โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous)

โลหะที่ไม่ใช่เหล็กเป็นโลหะที่สำคัญอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งมีการนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ทั้งในสภาพบริสุทธิ์ และนำไปผสมกับโลหะอื่น โลหะที่ไม่ใช่เหล็กแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ โลหะหนัก และโลหะเบา

โลหะที่ไม่ใช่เหล็กประเภทโลหะหนัก

เป็นโลหะที่มีความหนาปน่นมากกว่า 4 กก./ดม.^{3} เช่น โลหะดังต่อไปนี้

1. **ทองแดง** (Copper) **สัญลักษณ์** “Cu”

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** คือ มีสีทองออกแดง เป็นโลหะที่อ่อนเหนียวสามารถรีดเป็นแผ่นยาว ๆ หรือดึงเป็นเส้นลวดขนาดเล็กได้ เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี เชื่อมติดยากแต่บัดกรีได้ดี ทนต่อการสึกหรอและต้านทานการตัดกร่อนได้ดี

▶ **การใช้งาน** สำหรับทองแดงบริสุทธิ์ใช้ทำลายเคเบิล สายไฟฟ้า และชิ้นส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า ใช้ทำรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์ อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน ทำเครื่องใช้และเครื่องประดับถ้านำไปผสมกับโลหะชนิดอื่นจะทำให้มีคุณสมบัติดีขึ้น

2. **สังกะสี** (Zine) **สัญลักษณ์** “Zn”

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเทาขาว ยืดและดึงได้ สังกะสีบริสุทธิ์จะเปาะและหักง่ายทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ แต่ไม่ทนต่อกรดและเกลือ

▶ **การใช้งาน** นำไปเคลือบผิวแผ่นเหล็ก เพื่อให้แผ่นเหล็กมีอายุการใช้งานโดยไม่ผุพังนิยมนำแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีไปใช้มุงหลังคาบ้าน ทำท่อระบายอากาศและท่อปรับอากาศ ภาชนะต่าง ๆ เช่น กรวยโลหะ กระป๋องน้ำ ถังเก็บความเย็น เป็นต้น

3. **ดีบุก** (Tin) **สัญลักษณ์** “Sn”

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีขาวคล้ายเงิน มีจุดหลอมเหลวต่ำ อ่อน รีดเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ดีทนต่อการกัดกร่อนดี เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีและข้อสำคัญที่มนุษย์นำดีบุกมาทำภาชนะใส่อาหารเนื่องจากเป็นโลหะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดในอาหาร

▶ **การนำไปใช้งาน** ใช้เคลือบผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันการกัดกร่อนใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร ใช้เคลือบชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องประดับต่าง ๆ ดีบุกเมื่อนำไปผสมกับโลหะอื่นจะมีคุณสมบัติดีขึ้นมีบทบาทในงานอุตสาหกรรมมากทีเดียว

4. **ตะกั่ว** (Lead) **สัญลักษณ์** “Pb”

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นมาก อ่อนนิ่มและเหนียว ทนต่อกรดและการกัดกร่อนได้ดี มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทำให้ขึ้นรูปหรือรีดเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ดี ผิวมีลักษณะลื่นสารประกอบเป็นพิษต่อร่างการมนุษย์

▶ **การใช้งาน** มีการนำตะกั่วไปใช้งานในด้านอุตสาหกรรมจำนวนมาก

ในสภาพของสารเคมี ใช้ผสมลงในน้ำมันเบนซิน เพื่อเพิ่มค่าออกเทนนัมเบอร์ตะกั่วโครเมตและตะกั่วซิสิเกตใช้ผสมลงในสีพื้นป้องกันสนิม เกลือของตะกั่วใช้เป็นองค์ประกอบในการทำแก้วเจียระไนใช้ทำเลนส์ เป็นต้น

5. **นิกเกิล** (Nickel) **สัญลักษณ์** “Ni” เป็นโลหะหนักที่สำคัญมากในการผลิตเหล็กกล้าผสมโดยเฉพาะเหล็กไร้สนิม

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเงินแววววาวขัดมันได้ดี แข็งและเหนียวต้านทานการกัดกร่อนได้อย่างดีเยี่ยม นิยมนำไปใช้ขึ้นรูปโลหะผสม

▶ **การนำไปใช้งาน** นำไปใช้ในรูปโลหะผสมมีประโยชน์มหาศาล เช่น ใช้ผสมทำเหล็กหล่อ

คุณภาพดี ใช้ผสมหล่อคุณภาพดี ใช้ผสมทำเหล็กกล้า นำมาผลิตเป็นภาชนะบรรจุอาหาร เครื่องมือแพทย์ ซึ่งต้องการความสะอาดสูง ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่สำคัญ เป็นต้น

6. โครเมี่ยม (Cromium) **สัญลักษณ์** "Cr" เป็นโลหะหนักที่สำคัญในงบานอุตสาหกรรมอีกชนิดหนึ่ง โดยทั่วไปจะนำไปผสมคู่กับนิกเกิล ใช้ผลิตเหล็กกล้าผสม โดยเฉพาะเหล็กไร้สนิม

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเทาเงิน เป็นมันแวววาว แข็งเปราะทนต่อการกัดกร่อนและการสึกหรอได้ดีเยี่ยม

▶ **การใช้งาน** นิยมนำไปชุบเคลือบผิวเหล็ก เพื่อป้องกันสนิมใช้เป็นโลหะผสมคู่กับนิกเกิลทำเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสมสูง โดยเฉพาะเหล็กไร้สนิม ซึ่งมีการนำเหล็กไร้สนิมไปใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ

7. โมลิบดีนั่ม (Molybdenum) **สัญลักษณ์** "Mo"

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีขาวเงิน มีความแข็งเหนียวทนต่อความดันแรงดึงสูง เนื้อโลหะมีลักษณะลื่น มีคุณสมบัติคล้ายกับโครเมี่ยมและทังสเตน คือ มีจุดหลอมละลายและจุดล้าตัวสูง

▶ **การนำไปใช้ในงาน** นิยมนำไปผสมในเหล็ก เพื่อผลิตเป็นเหล็กกล้า เหล็กหล่อเพื่อทำเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ต้องการทนต่อความร้อนสูงและต้านทานการสึกหรอ เช่น ใช้ทำหม้อน้ำเครื่องยนต์ และชิ้นส่วนส่งกำลังเครื่องจักรกล ใช้ผลิตปล่อยไฟของเครื่องยนต์เจ็ต แม่พิมพ์และแบบหล่อ เป็นต้น

8. วาเนเดียม (Vanadium) **สัญลักษณ์** "V"

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเทาคล้ายเหล็ก มีความแข็งมากทนต่อกรด และความร้อนได้สูง ทนต่อความดันแรงดึงได้สูง การทำวาเนเดียมให้บริสุทธิ์นั้นทำได้ยากมาก ต้องใช้วิธีการแยกด้วยไฟฟ้า

▶ **การใช้งาน** นิยมนำไปใช้ผสมกับเหล็กเป็นเหล็กกล้าผสม ซึ่งผสมลงไปเพียง 2 % ก็จะเพิ่มความแข็งแรงและความเหนียวให้กับเหล็กสูงมาก เนื่องจากมีความแข็งและทนต่อความดันแรงดึงได้สูง ดังนั้น เครื่องมือหรือประแจต่าง ๆ ทุกชนิดจึงมีส่วนผสมของวาเนเดียม

9. ทังสเตนหรือวุลแฟรม (Tunhsten or Wolfram) **สัญลักษณ์** "W" เป็นโลหะที่มีความสำคัญกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ปัจจุบันเป็นอย่างมาก

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีขาวคล้ายเงิน แข็งเหนียวปต่เปราะนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี ทนต่อการกัดกร่อน จุดเด่นก็คือ แข็งมาก และมีจุดหลอมเหลวสูงถึง 3,140 °C (6,170 °F)

▶ **การนำไปใช้งาน** เนื่องจากทังสเตนเป็นโลหะที่มีจุดหลอมละลายสูง และมีการแผ่รังสีได้ดี จึงนำไปใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นแม่เหล็กกำเนิดแสง เครื่องกำเนิดอิเล็กตรอน เครื่องให้ความร้อน และไส้หลอดโทรทัศน์ เป็นต้น ใช้ผสมในเหล็กรอบสูง ซึ่งนำไปผลิตเป็นมีดกลึงใบเลื่อน ดอกสว่าน ดอกกัด เป็นต้น

10. ไทเทเนียม (Titanium) **สัญลักษณ์** "Ti"

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** ในสภาพบริสุทธิ์สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้เป็นเยี่ยม สามารถทำงานในสภาพอุณหภูมิ 550 °C (1,000 °F) ได้ในระยะเวลายาว เมื่อนำไปผสมกับ อลูมิเนียมวาเนเดียม แมงกานีส หรือธาตุอื่น ๆ จะทำให้มีความแข็งและแข็งแรงมากขึ้น

▶ **การใช้งาน** ใช้ทำโครงของเครื่องบิน ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เจ็ต

การผลิตทำได้ยากเนื่องจากต้องควบคุมไม่ให้ไฮโดรเจน ออกซิเจน หรือไนโตรเจน เข้าร่วมตัวขณะผลิต เพราะธาตุเหล่านี้จะทำให้ไทเทเนียมเปราะ อันเป็นเหตุให้ความเหนียวลดลง

11. ไนโอเบี่ยมหรือโคลัมเบียม (Niobium or Columbium) **สัญลักษณ์** "Nb"

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเทาเงินแววววาว เป็นโลหะอ่อนและเหนียวมีความแข็งใกล้เคียงกับทองแดง แต่มีจุดหลอมละลายสูง ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดีขึ้นรูปได้ง่าย

▶ **การใช้งาน** นิยมใช้ในรูปของโลหะผสม ใช้ทำอุปกรณ์ของเครื่องยิงจรวดและอาวุธนิวเคลียร์ อุปกรณ์ที่ใช้งานเกี่ยวกับเคมี ใช้ในการผลิตเหล็กกล้าพิเศษ และโลหะผสมพิเศษ (Super Alloy)

12. **แทนทาลัม** (Tantalum) **สัญลักษณ์** "Ta"

เป็นโลหะที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับไนโอเยียม เนื่องจากเป็นแร่ที่เกิดร่วมกัน แต่แทนทาลัมมีราคาแพงกว่า

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเทาเงินมีความหนาแน่นสูง จึงมีน้ำหนักมากเป็นพิเศษ มีน้ำหนักมาเป็น 2 เท่าของเหล็ก ในสภาพบริสุทธิ์จะอ่อนเหนียว ทนต่อการกัดกร่อน ทนกรดได้เกือบทุกชนิด อุณหภูมิหลอมละลานสูงถึง 3,000 °C (5,425 °F)

▶ **การใช้งาน** นิยมนำไปผลิตเป็นชิ้นส่วนไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น แผ่นประจุในเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องคำนวณ เครื่องมือสื่อสาร แทนทาลัมผสมกับเหล็ก และนิกเกิล ใช้ทำเครื่องมือเครื่องจักรที่ต้องทนต่อการสึหรอสูง เช่น ลูกกลิ้งรีด ฉายของเครื่องดึง โครงสร้างของเครื่องบินไอพ่น หรือยานอวกาศ

โลหะไนโอเบียมและแทนทาลัม ได้มาจากแร่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ซึ่งปะปนอยู่กับขี้ตะกรันของดีบุก

13. เบริลเลียม (Bery Llium) **สัญลักษณ์** "Be"

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีความแข็งแรงสูง มีการดูดซึมนิวตรอนต่ำ

▶ **การใช้งาน** ในสภาพบริสุทธิ์ใช้ทำอุปกรณ์นิวเคลียร์ เครื่องมือเอกซเรย์ เพราะมีคุณสมบัติดูดซึมนิวตรอนต่ำ ใช้ทำปล่อยไฟของจรวดและยานอวกาศ โครงสร้างของจรวดดิสก์เบรกล้อเครื่องบิน

เบริลเลียมใช้ผสมกับธาตุโลหะ เช่น ทองแดงและนิกเกิล ใช้ทำสปริง โดยเฉพาะเบริลเลียม-ทองแดงใช้เป็นตัวสัมผัสทางไฟฟ้า ใช้เป็นเครื่องมือที่ไม่เกิดประกายไฟในสภาวะแวดล้อมของการระเบิด การผลิตต้องใช้กรรมวิธีการผลิตผงโลหะ

14. เซอร์โคเนียม (Zirconium) **สัญลัษณ์** "Z"

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีขาวเงินมีความแข็งแรงสูง มีความเหนียวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นต้านทานการกัดกร่อนได้ดี เพราะว่าออกไซด์ของเซอร์โคเนียมจะเป็นผสมบาง ๆ หุ้มผิวหน้าไว้ป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น

▶ **การใช้งาน** ทำชิ้นส่วนด้านอิเล็กทรอนิกส์และปฏิกิริยาพลังงานนิวเคลียร์ เนื่องจากมีการดูดซึมนิวตรอนต่ำ

15. ซิลิคอน (Silicon) **สัญลักษณ์** "Si" เป็นธาตุที่มีมาเป็นอันดับสองรองจากออกซิเจนซิลิคอนไม่เกิดขึ้นเองตามลำพังในธรรมชาติ แต่จะเกิดรวมกับออกซิเจน ในรูปของซิลิกา ซึ่งมีอยู่ในหินดินและทรายทุกชนิด

▶ **คุณสมบัติ** มีความแข็งแรงสีเทาดำวาว ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปผลึก คล้ายเพชร

▶ **การใช้งาน** ใช้เฟอร์โรซิสิคอน เป็นสารช่วยลดออกซิเจนในการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า ซิสิคอนที่ผสมลงในเหล็กทำให้เหล็กมีการสปริงตัวดี นิยมนำไปใช้ทำสปริง และลิ้น ถ้าเติมซิสิคอนลงในเหล็กหล่อ 14-15 % สามารถต่อกรดและต้านทานการกัดกร่อนได้ดีซิสิคอนที่ผสมอยู่ในอลูมิเนียมจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติในการหล่อ ทำให้การไหลตัวขณะเทหล่อ ทำให้การไหลตัวดีขณะเทหล่อ

สารประกอบของซิสิคอน คือ ซิลิกา (SiO_2) ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการทำแก้วซิลิคอนคาร์ไบต์มีความแข็งมากใช้ทำผงขัด ล้อหินเจียระไนและอิฐทนไฟ

ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซิสิคอนบริสุทธิ์ถูกทำมาใช้เป็นส่วนของเครื่องคำนวณ อุปกรณ์สื่อสาร ตัวทรานซิสเตอร์ ตัวไดโอด และไอซี เป็นต้น

16. แมงกานีส (Manganese) **สัญลักษณ์** "Mn"

เป็นธาตุโลหะที่มีการนำมาใช้กันมากในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและโลหะผสม

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเทาขาว แข็งแต่เปราะ

▶ **การใช้งาน** การใช้งานส่วนใหญ่จะนำมาเติมในการผลิตเหล็กกล้าและเหล็กหล่อเนื่องจากแมงกานีสมีคุณสมบัติช่วยลดกำมะถันและออกซิเจน เป็นสารช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็ก เช่น ทำให้เกิดความแข็งแกร่ง ความเหนียว ชุบแข็งได้ เป็นต้น

ทางด้านเคมี แมงกานีสซัลเฟต ใช้ทำปุ๋ย แมงกานีสออกไซด์ ใช้เป็นส่วนผสมของฟลั๊กหุ้มลวดเชื่อม

17. เงิน (Silver) **สัญลักษณ์** "Ag"

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีขาว ผิวเป็นมันเงางาม นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด อ่อนตัวขึ้นรูปได้ง่าย มีการยืดตัวได้ดี

▶ **การใช้งาน** เป็นโลหะที่มีราคาแพง นิยมนำไปใช้ทำเครื่องประดับ เครื่องใช้ ผสมกับทองแดงใช้ทำเหรียญ เนื่องจากมีสีสวยงามไม่หมอง ต้านทานต่อกรดและการกัดกร่อน จึงนำไปใช้ทำสารชุบ เนื่องจากเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี จึงนำไปใช้ทำหน้าสัมผัสของสวิตซ์และฟิวส์ในหลอดในงานไฟฟ้า

18. ปรอท (Mercury) **สัญลักษณ์** "Hg"

ปรอทได้มาจากสินแร่ซินนาบาร์ (Chinnabar) ในรูปของซัลไฟต์

▶ **คุณสมบัติ** มีสีขาวเงิน เป็นโลหะเพียงชนิดเดียวในโลกที่เป็นของเหลว มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูง เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี มีความหนาแน่นสูง สามารถรวมตัวกับโลหะอื่น ๆ ได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น เหล็ก นิกเกิล วุลแฟรม และโมลิบดีนัม

▶ **การใช้งาน** เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงมาก จึงนำไปบรรจุในเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อวัดอุณหภูมิ ใช้ทำสวิตซ์อัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเย็นในงานช่างไฟฟ้า ที่เรียกว่า "สวิตซ์ปรอท" ไอของปรอททำให้เกิดแสงในหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์

ปรอทเป็นสารพิษอันตรายต่อร่างกาย ในวงการอุตสาหกรรมจึงคิดค้นสารอื่นมาใช้แทนปรอท ปรอทในรูปโลหะผสมที่ใช้กันอยู่ก็คือ อะมัลกัม (Amalgams) ซึ่งทันตแพทย์ใช้อุดฟันซึ่งเกิดจากการผสมกันระหว่าง ปรอทกับเงินและทอง

โลหะที่ไม่ใช่เหล็กประเภทโลหะเบา

โลหะเบา คือ โลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 กก/คม3 มีโลหะต่าง ๆ ดังนี้

1. **อลูมิเนียม** (Aluminum) **สัญลักษณ์** "Al" ผลิตมาจากสินแร่ออกไซด์ (Bauxite) สูตรทางเคมีคือ Al_2O_3 ซึ่งมีอลูมิเนียมประมาณ 55-60 %

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีขาววาว มีน้ำหนักเบา เนื้ออ่อนรีดเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ง่าย ตัดเฉือนได้ดี เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

▶ **การใช้งาน** อลูมิเนียมมีการนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ภายในบ้าน และงานด้านอื่น ๆ โดยการนำมาขึ้นรูปด้วยการรีดการดันให้เป็นผลิตภัณฑ์ เช่น อลูมิเนียมรูปพรรณโครงสร้าง ท่อ แผ่นกันสาด ภาชนะบรรจุอาหาร เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ

อลูมิเนียมเมื่อนำไปผสมกับโลหะอื่น ๆ จะมีคุณสมบัติดีขึ้นใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ คาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนหรือโครงสร้างของเครื่องบิน ซึ่งต้องการน้ำหนักเบา

ในด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีการนำอลูมิเนียมไปใช้ทำสายเคเบิลสายไฟฟ้าแรงสูง ท่อเดินสายไฟ และใช้เป็นตัวรับคลื่นวิทยุ โทรทัศน์ ในระบบเรดาร์ เป็นต้น

2. **แมกนีเซียม** (Magnesium) **สัญลักษณ์** "Mg"

เป็นโลหะที่เบาที่สุดซึ่งมีน้ำหนักเพียง 2/3 ของอลูมิเนียม

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีขาวเทา มีน้ำหนักเบา แมกนีเซียมผงเผาไหม้ได้เองในอากาศ

▶ **การใช้งาน** มีการนำไปใช้งานในสภาพของโลหะคือ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่ต้องการน้ำหนักเบา เช่น ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ บนเครื่องบิน ชิ้นส่วนของขีปนาวุธ เป็นต้น

ใช้ผสมกับอลูมิเนียม สังกะสี และตะกั่ว เพื่อให้มีคุณสมบัติดีขึ้น ใช้ไล่ออกซิเจนในการหลอมนิกเกิล ใช้ใส่ลงในเหล็กหล่อ เพื่อให้เป็นเหล็กหล่อ กราไฟต์ก้อนกลม

แมกนีเซียมในรูปของสารประกอบมีการนำไปใช้ดังนี้ เช่น แมกนีเซียมซัลเฟตใช้ย้อมสี ผลิตกระดาษทำปุ๋ย ไม้ขีดไฟ และวัตถุระเบิด แมกนีเซียมคาร์บอเนต ใช้ทำฉนวนความร้อนสำหรับท่อน้ำและหม้อน้ำ และแมกนีเซียมไฮดรอกไซต์ใช้ฟอกน้ำตาล เป็นต้น

โลหะผสม (Alloy Metal)

โลหะผสม หมายถึง โลหะตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปนำมาผสมและหลอมละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกันในอัตราส่วนที่เท่ากันหรือแตกต่างกัน โลหะที่มีส่วนผสมมากกว่า เรียกว่า โลหะหลักในการผสมเพื่อให้ได้โลหะผสมที่มีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น ทนต่อการสึกหรอทนต่อการกัดกร่อน ใช้งานในสถานที่มีอุณหภูมิสูงได้ มีความแข็งและแข็งแรงมากขึ้น เป็นต้น

ทองแดงประสม (Copper Alloyed)

1. **ทองแดงประสมกับสังกะสี** โดยมีทองแดงเป็นหลัก เช่น มีทองแดง 60% สังกะสี 40 % จะได้โลหะประสมใหม่ เรียกว่า "ทองเหลือง" (Brass)

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** มีสีเหลือง มีความแข็งแรงมากกว่าทองแดงมีผิวมันลื่น ต้านทานการกัดกร่อนทางน้ำทะเลได้ดี

▶ **การนำไปใช้งาน** ใช้ทำใบพัดเรือ ลูกกุญแจ ชิ้นส่วนของนาฬิกา ปลอกกระสุนปืนหล่อใช้ทำเครื่องใช้ภาชนะและเครื่องประดับต่าง ๆ

2. **ทองแดงประสมกับดีบุก** เรียกว่า "บรอนซ์ดีบุก" มีส่วนผสมของทองแดงประมาณ 80% ดีบุก 20%

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** ทนต่อการสึกกร่อนได้ดีกว่าทองเหลือง แต่ไม่เหนียวเท่าทองเหลืองรับภาระการงานได้สูง

▶ **การนำไปใช้งาน** ใช้ทำตลับลูกปืน ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่เป็นสปริง

3. **ทองแดงประสมกับอลูมิเนียม** เรียกว่า "บรอนซ์อลูมิเนียม" จะมีอลูมิเนียมประสมอยู่ประมาณ 10 % และมีนิกเกิล เหล็ก และแมงกานีสเล็กน้อย

▶ **คุณสมบัติทั่วไป** ช่วยเพิ่มความต้านทานการผุกร่อนมากขึ้นทนต่อการสึกหรอและป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น ณ อุณหภูมิสูงได้

▶ **การนำไปใช้งาน** ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล และเครื่องใช้ต่าง ๆ

4. **ทองแดงประสมกับเบริลเลียม** เรียกว่า เบริลเลียมบรอนซ์

5. **ทองแดงประสมกับฟอสฟอรัส** เรียกว่า ฟอสฟอรัสบรอนซ์

6. **ทองแดงประสมกับนิกเกิล** เรียกว่า ทองแดงนิกเกิล (Copper Nickels) หรือที่เรียกกันว่า "เงินเยอรมัน" นั่นเอง ใช้ทำเครื่องมือที่ต้องการความละเอียดอ่อน เช่น เครื่องมือเขียนแบบโครงของนาฬิกาและเครื่องประดับ เป็นต้น

นิกเกิลประสม (Nickel Alloy)

1. **นิกเกิลประสมทองแดง** มีนิกเกิล 70% ทองแดง 30% ได้โลหะผสม ซึ่งเรียกว่า "โลหะโมเนล" ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ทำขดลวดต้านทาน แหวนลูกสูบเครื่องยนต์ เป็นต้น

2. **นิกเกิลประสมโครเมียม** มีนิกเกิล 70-92% โครงเมียง 8-30% ซึ่งเรียกโลหะประสมชนิดว่า "อินโคเนล" ใช้ทำชิ้นส่วนความเร็วสูงได้ดี มีความแข็งแรงสูงถึง 1400 Mpa

3. **นิกเกิลประสมโมลิบดีนัม และโครเมียม** ได้โลหะประสมที่เรียกว่า "ฮาสเตลรอย" มีคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อนและแข็งแรงสูง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

4. **นิกเกิลประสมโครเมียมและเหล็ก** ได้โลหะประสมที่เรียกว่า "นิโครม" มีคุณสมบัติต้านทานการเกิดไฟฟ้าและการเกิดออกซิเดชั่น ขณะอุณหภูมิสูง จึงนำไปใช้เป็นขดลวดไฟฟ้า เพื่อต้านทานทำให้เกิดความร้อน

โลหะประสมคุณภาพสูง (Super Alloy)

เป็นโลหะผสมที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ต้านทานการสึกหรอเมื่อใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ในเครื่องยนต์เจ็ต และ แก๊สเทอร์ไบ แม่พิมพ์งานร้อน งานนิวเคลียร์ งานเคมีและโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเลียมเคมีเป็นต้น สามารถใช้งานในสถานที่มีอุณหภูมิสูงถึง 1,000 °C (1,800 °F) ในสภาพรับแรง

ซุปเปอร์อัลลอน แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. **ซุปเปอร์อัลลอนที่มีส่วนผสมของเหล็กเป็นหลัก** ซึ่งจะประกอบด้วยเหล็ก 32-67% โครเมียม 15-

22% และนิกเกิล 9-38%

2. ซุปเปอร์อัลลอนที่มีส่วนผสมของโคบอลต์เป็นหลัก ซึ่งจะประกอบด้วยโคบอลต์ 35-65% และนิกเกิล 35% โลหะผสมชนิดนี้ไม่แข็งแรงเท่ากับโลหะผสมที่ใช้ส่วนผสมของนิกเกิลเป็นหลัก แต่สามารถทำในงานในสภาพที่มีความร้อนได้สูงกว่า

3. ซุปเปอร์อัลลอนที่มีนิกเกิลเป็นหลัก เป็นชนิดที่นิยมใช้กันมามีส่วนผสมของนิกเกิล 38-76% มีโครเมียม 27% และนิกบอลต์ 20% ใช้ทำใบพัดของเครื่องยนต์เจ็ต ลูกปืนของเครื่องยนต์เทอร์ไบต์ ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เจ็ต

4. ดีบุกประสม (Tin Alloy) ดีบุกประสมที่มีดีบุกเป็นเหล็กเรียกว่า “โลหะขาว” ซึ่งจะผสมด้วยทองแองแอนติโมนี และตะกั่วอีกเล็กน้อย ธาตุที่ประสมลงไปจะช่วยให้ดีบุกแข็งแรง มีผิวแข็งขึ้น ต้านทานการกัดกร่อนดีขึ้น มีความยืดต่ำ

ดีบุกผสมที่รู้จักกันดีก็คือ “แบบบิท” ซึ่งประกอบด้วย ดีบุก ทองแดง และแอนติโมนี นิยมนำไปใช้ทำภาชนะบนโต๊ะภาชนะก้นหลุม อุปกรณ์ตกแต่งทางศิลป์ เป็นต้น

ดีบุกผสมกับตะกั่ว เพียงสองชนิดนิยมนำไปใช้ทำตะกั่วบัดกรี เนื่องจากมีจุดหลอมละลายต่ำ

5. ตะกั่วประสม (Lead Alloy) ตะกั่วประสมที่สำคัญและรู้จักกันดีก็คือ ตะกั่วแข็ง ซึ่งมีส่วนผสมของตะกั่วเป็นหลัก มีส่วนผสมอยู่ 5-25% ดีบุกและทองแดงเล็กน้อย มีคุณสมบัติลื่นรับภาระได้สูงกว่าเดิม ใช้ทำโครงของลูกปืน และใช้หล่อทำตัวพิมพ์ต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมการพิมพ์

6. อลูมิเนียมประสม (Aluminum Alloy) อลูมิเนียมประสมเป็นโลหะประสมที่มีบทบาทในงานอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์เป็นอย่างมาก อลูมิเนียมประสมมีความแข็งแรงสูงกว่าเดิมและคุณสมบัติการนำไฟฟ้าและความร้อนลดลง

อลูมิเนียมมีการนำไปประสมกับโลหะอื่นหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกันไป อลูมิเนียมประสมนิยมนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องยนต์ เช่น คาบูเรเตอร์ สำหรับส่งน้ำมันก็นำมาจากอลูมิเนียมประสมเช่นกัน

อลูมิเนียมประสมชนิดพิเศษ มีอุณหภูมิเป็นสำหรับเป็นส่วนประสมหลักมีซิลิคอน 25% ทองแดง 1% และมีส่วนผสมของนิกเกิลและแมกนีเซียมอีกเล็กน้อย หรือนิกเกิลกับทองแดงเพื่อเพิ่มความแข็งขณะใช้งานที่มีอุณหภูมิสูง ทนต่อการสึกหรอได้ดี ซึ่งนำไปใช้ทำลูกสูบของเครื่องยนต์ทั่วไป

กิจกรรมการเรียนการสอน	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	**ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน**
1. ครูเตรียมแผนการสอน 2. ครูเตรียมอุปกรณ์การเรียนการสอน สื่อการสอน แผ่นใส Power Point 3. ครูเช็คชื่อ เช็คจำนวนนักเรียน นักศึกษา 4. ครูกล่าวบทนำเข้าสู่บทเรียน 5. ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินก่อนการเรียน 6. ครูนำสู่บทเรียน 7. ครูให้นักเรียนเสนอแนวคิดและข้อสงสัย 8. ครูนำหัวข้อมาให้นักเรียนแบ่งกลุ่มวิเคราะห์ 9. ครูสังเกตดูนักเรียน นักศึกษา ระหว่างทำการวิเคราะห์ และให้คะแนนการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 10. ครูสุ่มทดสอบ ถามนักเรียน นักศึกษา 11. ครูตอบข้อซักถามจากนักเรียน นักศึกษา 12. ครูร่วมกับนักเรียน นักศึกษา สรุปปัญหา 13. ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินก่อนหลังการเรียน 14. ครูให้นักเรียน นักศึกษาทำแบบฝึกหัดและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเตอร์เน็ต ฯลฯ	1. นักเรียนเข้าเรียนตามเวลาเรียน 2. นักเรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน เช่น สมุด บันทึก หนังสือเรียน 3. นักเรียนเช็คเวลาเรียน 4. นักเรียนฟังคำบรรยายบทนำ 5. นักเรียนลงมือทำแบบประเมินก่อนการเรียน 6. นักเรียนฟังบรรยายเนื้อหาจากสื่อการสอน 7. นักเรียนเสนอแนวคิดและข้อสงสัยของตนเอง 8. นักเรียนแบ่งกลุ่มวิเคราะห์ หัวข้อที่ได้รับ 9. นักเรียนร่วมกับเพื่อนในกลุ่มวิเคราะห์หัวข้อที่กลุ่มตนได้รับ 10.นักเรียนตอบคำถามอาจารย์ผู้สอน 11.นักเรียนตั้งคำถามอาจารย์ผู้สอน 12.นักเรียนร่วมกับอาจารย์ผู้สอนสรุปเนื้อหา 13.นักเรียนทำแบบประเมินหลังการเรียน 14.นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเตอร์เน็ต ฯลฯ

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

ก่อนเรียน

1. ทำแบบประเมินก่อนการเรียน 10 ข้อ

ขณะเรียน

1. เสนอแนวคิดความคิดเห็น ข้อสงสัยต่ออาจารย์ผู้สอน
2. นักเรียนฟังบรรยายจากสื่อการสอน
3. นักเรียนจดบันทึก
4. ถาม – ตอบข้อสงสัย
5. แบ่งกลุ่มเพื่อร่วมกันทำการวิเคราะห์
6. ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอ

หลังเรียน

1. ทำแบบประเมินหลังการเรียน 10 ข้อ
2. แบบฝึกหัด
3. ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

สื่อการเรียนการสอน

สื่อสิ่งพิมพ์

1. หนังสือเรียนวัสดุช่าง
2. แผนการสอน
3. เอกสารประกอบการสอนต่าง ๆ

สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

1. แผ่นใส
2. สื่อช่วยสอน Power Point

หุ่นจำลองหรือของจริง

1. ชิ้นส่วนเหล็กหล่อ เช่น สีขาว สีเทา
2. ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ เช่น ทองแดง อลูมิเนียม
3. ชิ้นส่วนโลหะผสม เช่น ทองเหลือง

การประเมินผล

ก่อนเรียน

ถามตอบความรู้พื้นฐาน

แบบประเมินก่อนการเรียน

ขณะเรียน

1. ถามตอบ
2. สังเกตการณ์ทำงานขณะแบ่งกลุ่ม
3. คะแนนประเมินตามสภาพจริงการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลังเรียน

1. แบบประเมินหลังการเรียน
2. แบบฝึกหัด
3. ข้อมูลที่ค้นคว้าเพิ่มเติม

บันทึกหลังการสอน

ข้อสรุปหลังจัดการเรียนรู้

ปัญหาที่พบ

แนวทางแก้ปัญหา

(----------)

ครูผู้สอน

วันที่----------

แบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน

คำชี้แจง ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยการเขียนเครื่องหมายกากบาท(x)ลงในกระดาษคำตอบ

1. เหล็กหล่อจะมีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณเท่าใด

ก. 1-2% ข. 2-3%

ค. 2-4% ง. 2-6%

2. เหล็กหล่อสีเทามีคุณสมบัติที่ดีกว่าเหล็กกล้าคือ

ก. มีความอ่อนตัวดีกว่า ข. ทำงานในสภาพร้อนได้ดี

ค. ทำงานในสภาวะเป็นกรดได้ดี ง. ทนต่อแรงกดได้ดีกว่า

3. เหล็กหล่อชนิดใดที่เติมแมกนีเซียมลงไป ทำให้แกรไฟต์เกิดเป็นรูปร่างคล้ายลกบอล

ก. เหล็กหล่อสีเทา ข. เหล็กหล่อสีขาว

ค. เหล็กหล่อโนดูลาร์ ง. เหล็กหล่อผสมสูง

4. เหล็กหล่อโนดูลาร์มีคุณสมบัติพิเศษอย่างไร

ก. ทนแรงดึงได้ดี ข. ทนต่อแรงตัดเฉือนได้ดี

ค. ทนต่อความร้อนได้ดี ง. ทนต่อแรงกดได้ดี

5. เหล็กหล่อชนิดใดเกิดจากการทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็วทำให้คาร์บอนอยู่ในรูปของซีเมนต์

ก. เหล็กหล่อสีเทา ข. เหล็กหล่อสีขาว

ค. เหล็กหล่อโนดูลาร์ ง. เหล็กหล่อผสมสูง

6. ทองเหลืองเป็นโลหะผสมระหว่างโลหะชนิดใด

ก. ทองแดงกับสังกะสี ข. ทองแดงกับเงิน

ค. ทองแดงกับทอง ง. ทองแดงกับดีบุก

7. บรอนซ์เป็นโลหะผสมระหว่างโลหะชนิดใด

ก. ทองแดงกับสังกะสี ข. ทองแดงกับเงิน

ค. ทองแดงกับทอง ง. ทองแดงกับดีบุก

8. โลหะโมเดล(Model)เป็นโลหะผสมระหว่างโลหะชนิดใด

ก. ทองแดงกับสังกะสี ข. ทองแดงกับเงิน

ค. ทองแดงกับทอง ง. ทองแดงกับดีบุก

9. โลหะบางเป็นโลหะผสมระหว่างโลหะใด

ก. ดีบุก ทองแดง และนิกเกิล ข. ดีบุก ทองแดง และแอนติโมนี

ค. ดีบุก ทองแดง และตะกั่ว ง. ดีบุก ทองแดง และอะลูมิเนียม

10. โลหะนิโครม (nichrome) เป็นโลหะผสมระหว่างโลหะชนิดใด

ก. เหล็ก นิกเกิล และโครเมียม ข. เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์

ค. เหล็ก นิกเกิล และโมลิบดีนัม ง. นิกเกิล และโครเมียม

เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน

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