



แผนการสอน

หน่วยที่ 1

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม

สอนครั้งที่ 2

ชื่อหน่วย กรรมวิธีการผลิต

ชั่วโมงรวม 6 ชม.

ชื่อเรื่องหรือชื่องาน การผลิตเหล็กกล้า

จำนวนชั่วโมง 2 ชม.

หัวข้อเรื่องและงาน

สินแร่เหล็กเป็นวัสดุที่มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่นำมาถลุงเป็นเหล็กและเหล็กกล้าซึ่งมีความจำเป็นมากในปัจจุบัน มนุษย์ได้นำเหล็กมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาล เครื่องใช้ต่าง ๆ รอบตัวเราล้วนทำมาจากเหล็ก เช่น รถยนต์ ตู้เย็น มีด กรรไกร เป็นต้น

สาระสำคัญ

1. การผลิตเหล็กกล้า
1. การหล่อน้ำโลหะให้เป็นแท่ง

สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)

1. บอกชนิดของสินแร่เหล็กได้
2. อธิบายขั้นตอนการผลิตเหล็กรูปพรรณจากสินแร่ได้
3. อธิบายการผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาต่าง ๆ ได้
4. บอกวิธีการหล่อน้ำโลหะให้เป็นแท่งได้
5. อธิบายกรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้
6. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ในด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้

เนื้อหาสาระ

1. การผลิตเหล็กกล้า
 - 1.1 เตาชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตเหล็กกล้า
 - 1.1.1 เตาโอเพนฮาร์ธ
 - 1.1.2 เตาเบสแซมเมอร์
 - 1.1.3 เตาเบสิคออกซิเจน
 - 1.1.4 เตาไฟฟ้า
2. การหล่อน้ำโลหะให้เป็นแท่ง
 - 2.1 การหล่อเป็นแท่งแบบแม่พิมพ์
 - 2.2 การหล่อเป็นแท่งแบบต่อเนื่อง

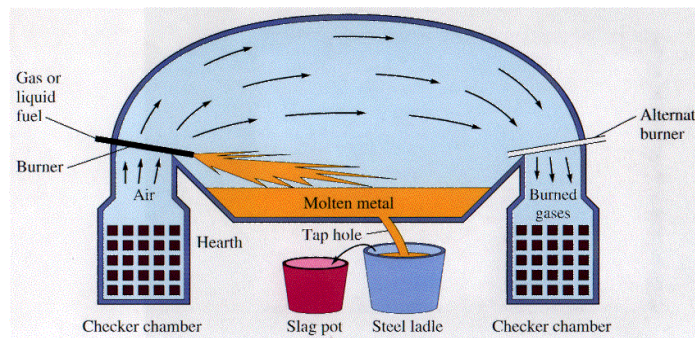
เนื้อหาสาระ

การผลิตเหล็กกล้า (Steel making)

การผลิตเหล็กกล้า ได้มีการผลิตครั้งแรกในประเทศจีน และญี่ปุ่น ประมาณ 600-800 ปีล่วงมาแล้ว ขบวนการนี้เป็นขบวนการที่สำคัญขบวนการหนึ่ง เป็นขบวนการที่นำเหล็กดิบ (Pig Iron) จากการเผาด้วยเตาสูง (Blast Furnace) มาทำให้เหล็กมีคุณภาพดีขึ้นตามวัตถุประสงค์โดยการลดเปอร์เซ็นต์ของแมงกานีส (Manganese) ซิลิคอน (Silicon) คาร์บอน (Carbon) และธาตุอื่น ๆ และทำการควบคุมส่วนผสมของเหล็กโดยการเติมธาตุ (Element) ที่ต้องการลงโดยนำไปหลอมละลายในเตาโอเพนฮาร์ท (Open Hearth) เตาไฟฟ้า (Electric) หรือเตาเบสิก - ออกซิเจน (Basic Oxygen)

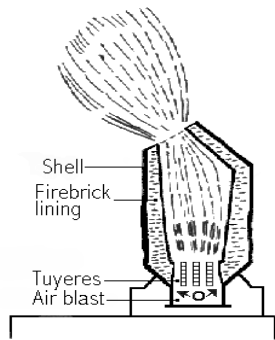
เตาโอเพนฮาร์ท (Open Hearth) เป็นเตาหลอมเหล็กที่มีลักษณะเหมือนกระทะหรือคลองที่ตื้น ใช้ความร้อนโดยตรงจากเปลวไฟช่วยในการหลอมละลายเหล็ก เป็นเตาที่ใช้หลอมละลายเหล็กดิบ (Pig Iron) ต่อจากเตาสูง เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเหล็ก (Iron) ให้เป็นเหล็กกล้า (Steel) ที่มีคุณภาพดีขึ้น

เตาโอเพนฮาร์ท นิยมใช้กันมากและได้รับการพัฒนาในปี ค.ศ. 1860 และก็ยังมีความสำคัญในด้านอุตสาหกรรมอยู่ แต่ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมหันมานิยมใช้เตาไฟฟ้า (Electric Furnace) และเตาเบสิก - ออกซิเจน กันมาก เนื่องจากเป็นเตาเผาแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า และผลิตเหล็กกล้าที่มีคุณภาพดีกว่า



เตาเบสเชมเมอร์ (Bessemer Converter) ค้นพบโดย เซอร์เฮนรี เบสเชมเมอร์ มีลักษณะคล้ายขวดขนาดใหญ่มีจุดหมุนอยู่ตรงกลางลำตัว เพื่อใช้กระดกถังรับน้ำโลหะและเทน้ำโลหะ คล้ายกับถังผสมปูนในปัจจุบัน เป็นเตาที่ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิง เนื่องจากเป็นเตาที่ใช้หลอมละลายเหล็กเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเหล็ก โดยรับน้ำโลหะมาจากเตาสูงขณะที่กำลังหลอมเหลวอยู่ ดังนั้น เตาเบสเชมเมอร์ จึงต้องไม่อยู่ห่างจากเตาสูงมากนัก ด้านล่างของเตาจะมีท่ออากาศ เมื่อเป่าอากาศเข้าไป คาร์บอนจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนอย่างรวดเร็วทำให้เกิดความร้อนอย่างต่อเนื่อง น้ำโลหะหลอมเหลวต่อไปโดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอีก

แต่เนื่องจากเป็นเตาที่ยังไม่สามารถใช้ปรับปรุงคุณภาพของเหล็กกล้าให้ได้ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมฟอสฟอรัส และกำมะถันในน้ำโลหะได้ จึงไม่นิยมใช้กันมากนัก แต่ถ้าจะให้ได้เหล็กกล้าที่มีคุณภาพดีต้องนำไปปรับปรุงคุณภาพในเตาโอเพนฮาร์ทอีกครั้งหนึ่ง จึงจะสามารถวิเคราะห์ปรับปรุงคุณภาพในเตาโอเพนฮาร์ทอีกครั้งหนึ่ง จึงจะสามารถวิเคราะห์ปรับแต่งผลทางเคมีให้ได้เหล็กกล้าที่มีคุณภาพดีได้ แต่ก็ต้องผ่านขั้นตอนถึง 3 ขั้นตอนเลยทีเดียว จึงไม่นิยมใช้กันมากนักในปัจจุบัน

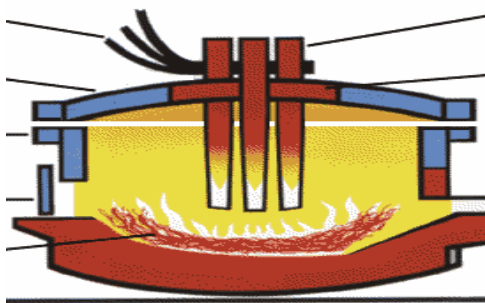


เตาไฟฟ้า (Electric Furnace) เตาไฟฟ้าได้มีการนำมาใช้ในครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1906 ใช้พลังงานความร้อนอย่างต่อเนื่องจากการอาร์ค (Arc) ระหว่างอิเล็กโทรดทั้งสอง ให้ความร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง $1,925^{\circ}\text{C}$ ($3,500^{\circ}\text{F}$)

โดยทั่วไปแล้วเตาไฟฟ้าจะมีอิเล็กโทรด ซึ่งทำด้วยแท่งกราไฟต์ จำนวน 3 แท่ง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 750 มม. (30 นิ้ว) และมีความยาว 1.5 – 2.5 เมตร (5-8 ฟุต) แท่งอิเล็กโทรดนี้สามารถปรับระดับได้ตามจำนวนของน้ำโลหะและสามารถถอดเปลี่ยนได้

นำเศษเหล็กชิ้นเล็ก ๆ และคาร์บอนจำนวนเล็กน้อย และหินปูนใส่ลงไปในเตาไฟฟ้าเมื่อปิดฝาครอบลง แท่งอิเล็กโทรดจะเคลื่อนต่ำลงมา ใช้เวลาหลอมละลายเหล็กประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อเหล็กหลอมละลาย กระแสไฟจะถูกตัดออก แท่งอิเล็กโทรดจะเคลื่อนขึ้นด้านบนจากนั้นจึงปล่อยน้ำโลหะออกเพื่อนำไปผ่านขบวนการต่อไป

เตาไฟฟ้านี้สามารถผลิตเหล็กได้ 60 ถึง 90 ตันต่อวัน สามารถผลิตเหล็กกล้าที่มีคุณภาพดีและได้เหล็กกล้าที่มีคุณภาพดีกว่าการผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ต และเตาเบสิก-ออกซิเจน



เตาไฟฟ้าชนิดกระแสเหนี่ยวนำ (Induction Type) เหมาะสำหรับการหลอมละลายโลหะที่มีปริมาณไม่มากนัก โลหะจะถูกบรรจุอยู่ในเบ้าหลอมมีลักษณะคล้ายหม้อขนาดใหญ่ ตัวเบ้าหลอมทำจากวัสดุทนไฟ รอบ ๆ จะพันด้วยขดลวดทองแดง ซึ่งเป็นตัวนำให้ไฟฟ้ากระแสสลับผ่าน กระแสเหนี่ยวนำจะทำให้เกิดความร้อน จนกระทั่งโลหะหลอมละลาย เตาถลุงเหล็กชนิดนี้นิยมนำไปใช้ในการถลุงเหล็กหล่อ (Casting)

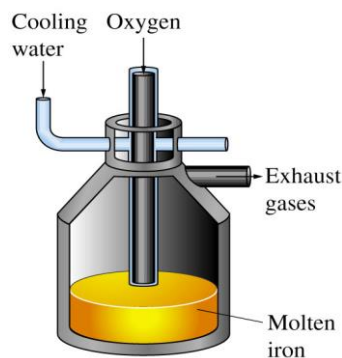
เตาเบสิก – ออกซิเจน (Basic – Oxygen Furnace หรือ BOF)

ขบวนการถลุงเหล็กด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ใหม่ที่สุด และเป็นขบวนการถลุงเหล็กให้เป็นเหล็กกล้าที่เร็วที่สุด สามารถนำน้ำเหล็กดิบจำนวน 200 ตัน และเศษเหล็กอีกจำนวน 90 ตัน บรรจุเข้าไปในถังได้ ออกซิเจน

บริสุทธิ์ จะถูกพ่นเข้าไปในเตาหลอมใช้เวลาประมาณ 20 นาที ภายใต้ความดันประมาณ 1,250 KPa หรือ 180 ปอนด์/นิ้ว² (180 Psi) มีการหล่อเย็นด้วยน้ำบริเวณรอบ ๆ ถึง

ออกซิเจนจะเข้ารวมตัวกับน้ำโลหะเหลว โดยขบวนการออกซิเดชัน (Oxidation) ทำให้เกิดเป็นเหล็กออกไซด์เป็นอันดับแรก จากนั้นออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนในโลหะที่หลอมเหลว ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ โลหะหลอมเหลวและสแลกจะไหลออกมาโดยการเอียงถัง และน้ำโลหะและสแลกจะไหลไปในทิศทางที่เอียงนั้น

ขบวนการผลิตเหล็กกล้าด้วยเตา BOF นี้ สามารถผลิตเหล็กกล้าบริสุทธิ์ได้ถึง 25 ตันในเวลา 30-50 นาที ซึ่งมีคุณภาพดีกว่าการผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ต การผลิตเหล็กด้วยเตา BOF นี้มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่น้อย เหมาะสำหรับการใช้ผลิตแผ่นเหล็กหนา (Plate) โลหะแผ่นบาง (Sheet) และเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการเปลี่ยนโครงสร้าง เช่น ทำเป็นรูปร่างตัวไอ (I – Beam) เหล็กทรง (Channels) เป็นต้น



เตาหลอมเหล็กชนิดสุญญากาศ (Vacuum Furnace)

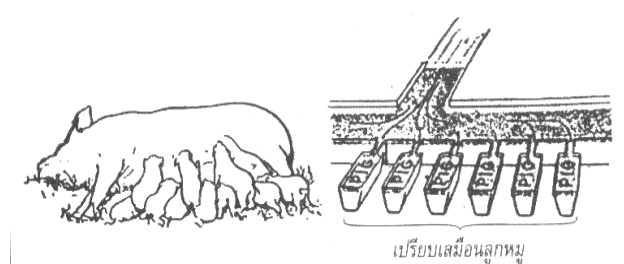
มีลักษณะการให้ความร้อนในการหลอมละลายเหล็กเช่นเดียวกับเตาหลอมเหล็กชนิดเหนียวนำไฟฟ้า แต่จะมีการสูบเอาอากาศออก วิธีการนี้จะช่วยนำแก๊สและสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องออกจากโลหะหลอมเหลว การหลอมละลายในสุญญากาศนี้เหมาะสำหรับผลิตเหล็กกล้าที่มีคุณภาพสูง

การหล่อน้ำโลหะเป็นแท่ง (Casting of Ingot)

ขั้นตอนการหล่อน้ำโลหะให้เป็นแท่งนี้ เป็นขั้นตอนที่กระทำหลังจากที่ได้มีการหลอมละลายโลหะในเตา หลังจากทีโลหะที่หลอมเหลวมีคุณสมบัติตามที่ต้องการแล้ว จึงเทลงในแบบหล่อหรือตัดให้เป็นแท่งเมื่อโลหะเริ่มแข็งตัว การทำโลหะให้แข็งตัวเป็นแท่งและเก็บไว้มีหลายวิธี ดังนี้

การเทหล่อเป็นแท่งแบบแม่หมู

การเทหล่อน้ำโลหะให้เป็นแบบนี้ เป็นวิธีแบบเก่าที่ใช้กันมานาน เรียกเหล็กดิบที่เป็นแท่งชนิดนี้ว่าเหล็กหมู (Pig Iron) หรือเหล็กดิบ นั่นเอง การเทไหลคล้ายการให้นมลูกของแม่หมูการเทน้ำโลหะจากเตาสูง จะใช้การหล่อเหล็กดิบให้เป็นแท่งด้วยวิธีนี้



การหล่อเป็นแท่งแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting)

วิธีการเทหล่อโลหะแบบต่อเนื่องนี้ได้รับการออกแบบและแก้ไขให้การหล่อดีมีประสิทธิภาพซึ่งมันจะถูกตัดแยกเป็นแท่ง ๆ โลหะหลอมเหลวจะถูกทำให้ไหลลงมาจากถังขนาดใหญ่สำหรับถ่ายโลหะหลอมลงสู่แบบซึ่งเป็นน้ำโลหะที่เริ่มจะแข็งเป็นแท่ง แบบเทนี้จะมีลักษณะเรียวยาว เพื่อนำโลหะที่แข็งตัวออกได้ง่าย บริเวณด้านล่างของแบบเทนี้จะปิดหรือเปิดก็ได้ ถ้าเปิดแบบจะต้องวางอยู่บนพื้นราบ แบบที่มีลักษณะเรียวยาวนี้ ปากด้านบนจะต้องกว้างและเรียวยาวด้านล่าง

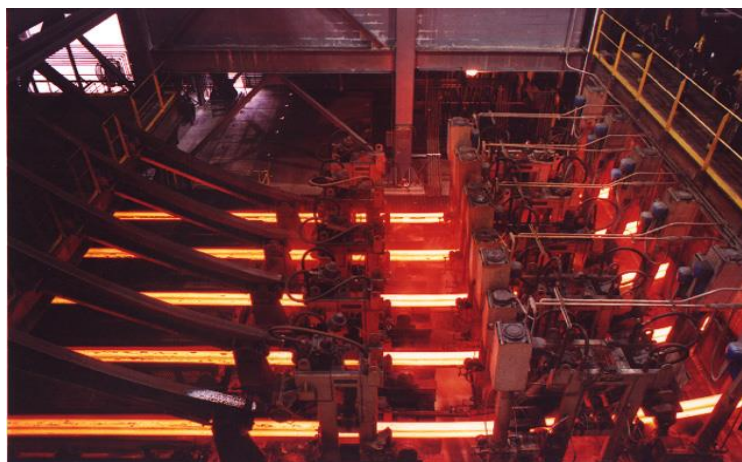
การเทน้ำโลหะเพื่อหล่อเป็นแท่งแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting) จะช่วยให้การผลิตเหล็กที่มีปริมาณมาก ๆ และช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก

การหล่อเป็นแท่งแบบต่อเนื่อง หรือแบบหล่อแข็ง มีผู้คิดค้นขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1860 ซึ่งในครั้งแรกได้นำไปใช้ในการหล่อโลหะที่ไม่ใช่เหล็กให้เป็นท่อน แต่ปัจจุบันได้นำมาใช้ในการผลิต เหล็กกล้า

การหล่อน้ำโลหะเป็นแท่งแบบต่อเนื่องขณะที่เริ่มแข็งตัว

กระบวนการหล่อน้ำโลหะชนิดนี้ จะทำในขณะที่น้ำโลหะเริ่มแข็งตัวหรือกำลังเป็นรูปร่าง โดยที่แท่งโลหะที่กำลังแข็งตัวได้เลื่อนไหลลงบริเวณก้นของแบบ น้ำโลหะที่ไหลลงมานั้นจะผ่านการหล่อเย็น ทำให้น้ำโลหะเริ่มแข็งตัวเป็นหุ่นหรือเป็นแท่งสั้น เหล็กที่มีลักษณะเป็นแท่งสั้นจะค่อย ๆ แล่นด้วยความเร็ว 25 มม./นาทิจ (1 นิ้ว/นาทิจ)

สำหรับแบบหล่อโดยทั่วไปจะเคลือบด้วยกราฟไฟต์ หรือถ้าเป็นแบบโลหะจะต้องขโคมด้วยน้ำมันหล่อลื่นก่อนเท เพื่อลดความฝืดและการเกาะยึดเมื่อนำแท่งโลหะออกจากแบบการเทหล่อแบบต่อเนื่อง ดังนั้น จะต้องตัดเป็นแท่ง ๆ ด้วยกัทออร์ช ลูกกลิ้งที่แท่งโลหะไหลผ่านจะช่วยลดความหนาของแท่งโลหะที่ต้องการ เพื่อนำไปผลิตเป็นเหล็กทรง หรือเหล็ก I-Beam ต่อไป การหล่อโลหะด้วยวิธีนี้จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก ช่วยควบคุมขนาดของแท่งโลหะให้ได้มาตรฐาน และแท่งโลหะที่ได้จะสะอาดกว่าการเทแบบหล่อด้วยวิธีอื่น



| กิจกรรมการเรียนการสอน | |
|---|--|
| ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู | ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูเตรียมแผนการสอน 2. ครูเตรียมอุปกรณ์การเรียนการสอน สื่อการสอน แผ่นใส Power Point 3. ครูเช็คชื่อ เช็คจำนวนนักเรียน นักศึกษา 4. ครูกล่าวบทนำเข้าสู่บทเรียน 5. ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินก่อนการเรียน 6. ครูนำสู่บทเรียน 7. ครูให้นักเรียนเสนอแนวคิดและข้อสงสัย 8. ครูนำหัวข้อมาให้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มวิเคราะห์ 9. ครูสังเกตดูนักเรียน นักศึกษา ระหว่างทำการวิเคราะห์ และให้คำแนะนำการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 10. ครูสุ่มทดสอบ ถามนักเรียน นักศึกษา 11. ครูตอบข้อซักถามจากนักเรียน นักศึกษา 12. ครูร่วมกับนักเรียน นักศึกษา สรุปปัญหา 13. ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินหลังการเรียน 14. ครูให้นักเรียน นักศึกษาทำแบบฝึกหัดและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต ฯลฯ | <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนเข้าเรียนตามเวลาเรียน 2. นักเรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน เช่น สมุด บันทึกรูป 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. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต ฯลฯ |

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

ก่อนเรียน

1. ทำแบบประเมินก่อนการเรียน 10 ข้อ

ขณะเรียน

1. เสนอแนวความคิดความเห็น 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

สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

1. แผ่นใส
2. สื่อช่วยสอน Power Point

หุ่นจำลองหรือของจริง

ไม่มี

การประเมินผล

ก่อนเรียน

ถามตอบความรู้พื้นฐาน

แบบประเมินก่อนการเรียน

ขณะเรียน

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

อันพึงประสงค์

หลังเรียน

1. แบบประเมินหลังการเรียน
2. แบบฝึกหัด
3. ข้อมูลที่ค้นคว้าเพิ่มเติม

บันทึกหลังการสอน

ข้อสรุปหลังจัดการเรียนรู้

ปัญหาที่พบ

แนวทางแก้ปัญหา

(-----)

ครูผู้สอน

วันที่-----

แบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน

คำชี้แจง ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยเขียนเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ

1. การผลิตเหล็กกล้า มีการผลิตครั้งแรกในประเทศใด
 - ก. ประเทศกัมพูชา และประเทศไทย
 - ข. ประเทศจีน และญี่ปุ่น
 - ค. ประเทศนอร์เวย์ และสวีเดน
 - ง. ประเทศอังกฤษและฝรั่งเศส
2. เตาชนิดใดเตาหลอมมีลักษณะเหมือนกระทะ หรือคลองตื้น ๆ
 - ก. เตาโอเพนฮาร์ธ
 - ข. เตาเบสเชมเมอร์
 - ค. เตาเบสิก-ออกซิเจน
 - ง. เตาไฟฟ้า
3. เตาชนิดใดมีลักษณะคล้ายถังปูนผสม เป็นเตาที่รับน้ำโลหะมาจากเตาสูง มาถูกลงเพื่อปรับปรุงคุณภาพเหล็กให้ดีขึ้น
 - ก. เตาสูง
 - ข. เตาโอเพนฮาร์ธ
 - ค. เตาเบสเชมเมอร์
 - ง. เตาเบสิก-ออกซิเจน
4. เตาเบสิก-ออกซิเจน เป็นเตาที่ผลิตเหล็กได้ดีมีสิ่งเจือปนอยู่น้อยเหมาะสำหรับผลิตเหล็กชนิดใด
 - ก. แผ่นเหล็กหนา และเหล็กโครงสร้าง
 - ข. เหล็กหล่อ
 - ค. เหล็กเครื่องมือ
 - ง. เหล็กไร้สนิม
5. เตาถลุงชนิดสูญญากาศ เป็นเตาที่มีการสูบอากาศออกจากเตาเหมาะสำหรับผลิตเหล็กชนิดใด
 - ก. เหล็กโครงสร้าง
 - ข. เหล็กหล่อ
 - ค. เหล็กกล้าคุณภาพสูง
 - ง. แผ่นเหล็กหนา
6. เหล็กหมู (Pig Iron) หมายถึงเหล็กใด
 - ก. เหล็กดิบซึ่งเทเป็นแท่งสี่เหลี่ยมคางหมู
 - ข. เหล็กกล้ารูปหมู
 - ค. เหล็กที่เหมาะสมสำหรับทำคอกหมู
 - ง. เหล็กที่หล่อเป็นตัวหมู
7. เตาไฟฟ้าชนิดกระแสเหนี่ยวนำ นิยมนำไปใช้ถลุงเหล็กชนิดใด
 - ก. เหล็กโครงสร้าง
 - ข. เหล็กหล่อ
 - ค. เหล็กเครื่องมือ
 - ง. เหล็กดิบ

8. เทคนิคใดได้พลังงานความร้อนที่เกิดจากการอาร์ก(Arc)ระหว่างอิเล็กโทรด 2 แท่ง
- ก. เตาโอเพนฮาร์ธ
 - ข. เตาเบสเซมเมอร์
 - ค. เตาไฟฟ้า
 - ง. เตาเบสิก-ออกซิเจน
9. เทคนิคใดใช้ความร้อนในการหลอมเหล็กจากเปลวไฟฟ้าโดยตรง
- ก. เตาโอเพนฮาร์ธ
 - ข. เตาเบสิก-ออกซิเจน
 - ค. เตาเบสเซมเมอร์
 - ง. เตาสูง
10. การทำแบบหล่อน้ำโลหะ ให้มีลักษณะเรียง (Taper) เพื่อวัตถุประสงค์อะไร
- ก. เพื่อให้สามารถนำโลหะที่แข็งตัวออกได้ง่าย
 - ข. เพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
 - ค. เพื่อการจัดเรียงเก็บได้ปริมาณมาก
 - ง. เพื่อความสวยงามของแท่งเหล็กดิบและการจัดเรียง

เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน

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

