	แผนการสอน	**หน่วยที่ 2**
	ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	**สอนครั้งที่ 3**
	ชื่อหน่วย กรรมวิธีการผลิต	**ชั่วโมงรวม 4 ชม.**
ชื่อเรื่องหรือชื่องาน กรรมวิธีการผลิต		**จำนวนชั่วโมง 2 ชม.**

หัวข้อเรื่องและงาน

สินแร่เหล็กเป็นวัสดุที่มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่นำมาถลุงเป็นเหล็กและเหล็กกล้าซึ่งมีความจำเป็นมากในปัจจุบัน มนุษย์ได้นำเหล็กมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาล เครื่องใช้ต่าง ๆ รอบตัวเราล้วนทำมาจากเหล็ก เช่น รถยนต์ ตู้เย็น มีด กรรไกร เป็นต้น

สาระสำคัญ

6. กรรมวิธีการผลิต
7. การจัดเก็บ

สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)

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

เนื้อหาสาระ

1. การรีด
   - 1.1 การรีดร้อน
   - 1.2 การรีดเย็น

2. การดึง
   - 2.1 การออกแบบดาย
   - 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการดึง

3. การดัน
   - 3.1 การดันตรง
   - 3.2 การดันทางอ้อม

4. การตี
   - 4.1 การตีเปิด
   - 4.2 การตีปิด

5. การจัดเก็บ

เนื้อหาสาระ

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิต เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบตามขั้นตอนต่าง ๆ จนกระทั่งวัตถุดิบนั้นกลายเป็นผลิตภัณฑ์ เริ่มตั้งแต่การถลุงแร่โลหะที่เตาสูง แต่ดลหะที่ได้ยังมีความบริสุทธิ์ไม่เพียงพอกับการนำไปใช้งานได้ จึงต้องนำมาผ่านกระบวนการหลอมอีกครั้งหนึ่งในเตาไฟฟ้าหรือเตาเบสเซมเมอร์ เพื่อขจัดสิ่งสกปรกหรือปรุงแต่งคุณสมบัติของโลหะให้ได้ตามวัตถุประสงค์จากนั้นจึงเทน้ำโลหะที่ได้เก็บไว้เป็นแท่ง

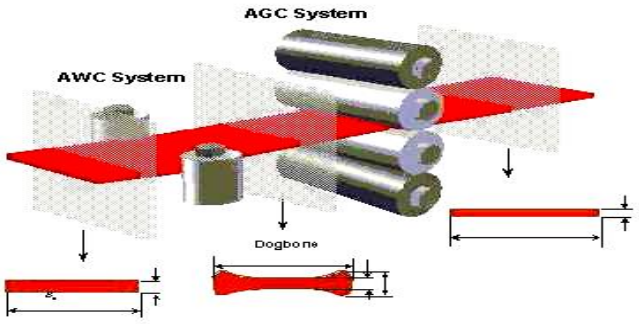
เมื่อนำแท่งโลหะไปขึ้นรูปเพื่อเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่าง จะต้องทำการอบให้ร้อนในเตาจากนั้นจึงใช้เครน ยกมาผ่านกระบวนการรีด ทำให้มีรูปร่างเป็นแท่งเหลี่ยมหนา เป็นแผ่นหนา และเป็นแท่งขนาดเล็กเพื่อเตรียมการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต่อไป

กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงแท่งเหล็กดิบ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้หลายวิธีซึ่งต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมของรูปร่างผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เช่น

กรรมวิธีการรีด

กรรมวิธีการรีด (Rolling Process) เป็นการขึ้นรูปชิ้นงานโดยการผ่านโลหะเข้าไปในระหว่างลูกกลิ้งซึ่งมีขนาดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งแตกต่างกัน เพื่อเปลี่ยนขนาดและหน้าตัดของชิ้นงาน การรีดมีทั้งรีดร้อน (Hot Rolling) และรีดเย็น (Cold Rolling)

การรีดเป็นกระบวนการลดความหนาและเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้แรงกดจากลูกกลิ้ง ในงานด้านโลหะประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นผลผลิตมาจากการรีด การรีดพื้นฐานหรือการรีดอย่างง่ายเป็นการรีดลดความหนาของงานให้เป็นแผ่นหนา (Plate) และแผ่นบาง (Sheet)



● Plate โดยทั่วไปแล้วจะเป็นแผ่นโลหะที่มีความหนามากกว่า 6 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว) นิยมนำไปใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงทั่วไป เช่น ผนังหม้อต้มน้ำ ผนังเรือ โครงสร้างของเครื่องจักร ฯลฯ

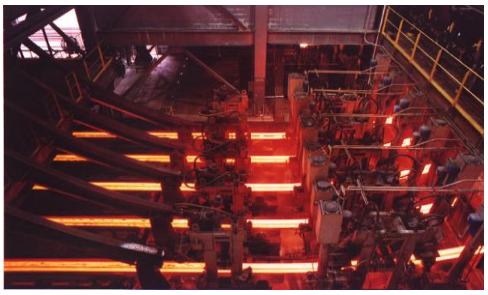
● Sheet โดยทั่วไปจะเป็นแผ่นโลหะที่มีความหนาน้อยกว่า 6 มิลลิเมตร นิยมนำไปใช้ทำตัวถังรถยนต์ โครงของเครื่องซักผ้า ตู้เย็น ถังบรรจุอาหาร ตัวถังของเครื่องบินทำมาจากอะลูมิเนียมผสม เช่น โบอิ้ง (Boing 787) ผนังจะมีความหนา 1.8 มิลลิเมตร (0.071 นิ้ว) กระป๋อง จะลดขนาดให้มีความหนา 0.08 มิลลิเมตร (0.011 นิ้ว) อะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum Foil) มีความหนา 0.008 มิลลิเมตร (0.0003 นิ้ว)

การรีดร้อน อุณหภูมิในการรีดร้อนประมาณ 450 °C (850 °F) สำหรับอะลูมิเนียมผสม อุณหภูมิ 1,250 °C (2,300 °F) สำหรับเหล็กกล้าผสม (Alloy Steel) และมีอุณหภูมิ 1,650 °C (3,000 °F) สำหรับเหล็กกล้าผสมที่มีความแข็งมาก ผลผลิตจากการรีดร้อนอันดับแรกก็คือ Bloom หรือ Slab หรือ Billet

● Bloom โดยทั่วไปจะมีภาพหน้าตัด (Cross – Section) เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัสตุรัส มีความกว้างแต่ละด้านประมาณ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

● Slab โดยทั่วไปจะมีภาพหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

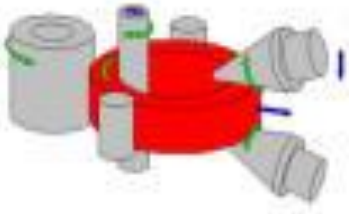
● Billet โดยทั่วไปจะมีรูปร่างหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัสตุรัส แต่มีขนาดเล็กกว่า Bloom

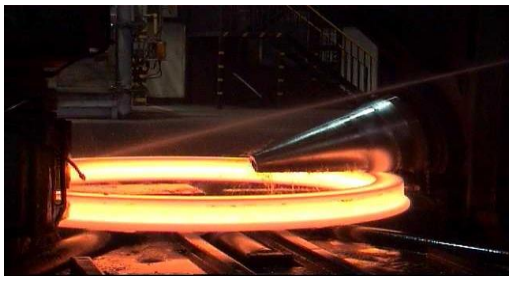


การรีดเย็น จะทำการรีด ณ อุณหภูมิห้อง การรีดจะสมบูรณ์กว่าการรีดร้อน เช่น มีความแข็งแรงมากกว่า มีขนาดเที่ยงตรงและผิวสำเร็จดี

การรีดเป็นรูปต่าง ๆ (Shape – Rolling Operations) การรีดนอกจากจะทำให้เป็นเส้นตรงยาวแล้ว ยังสามารถรีดให้มีรูปร่างหน้าตัดต่าง ๆ ได้ด้วย เช่น รีดเป็นราง (Channels) เหล็กไอบีม (I-Beem) รูปรางรถไฟ (Railroad) โดยมีการปรับแต่งลูกกลิ้งให้มีลักษณะตามที่ต้องการ

การรีดแหวน (Ring Rolling) กรรมวิธีการรีดแหวน เหมาะสำหรับแหวนที่หนาและมีขนาดใหญ่ โดยที่ความหนาของแหวนจะอยู่ในระหว่างลูกกลิ้งทั้งสอง สามารถลดความหนาของแหวนได้โดยการเพิ่มขนาดความโตของรูภายใน





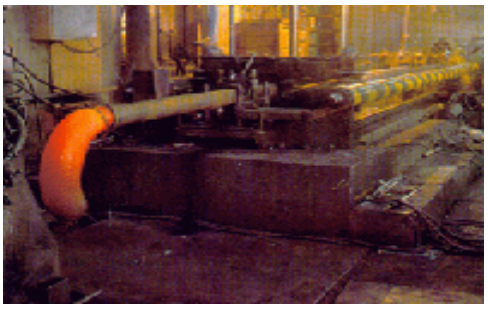
การรีดเกลียว (Thread Rolling) การขึ้นรูปเกลียวเป็นการขึ้นรูปเย็น จะทำการรีดขึ้นรูปเป็นเกลียวรอบ ๆ ชิ้นงานแท่งกลมนั้น โดยชิ้นงานจะอยู่ระหว่างดาย (Dies) ทั้งสองสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว นิยมใช้ทำเกลียว พวกสลักเกลียว (Bolt) เป็นต้น

การผลิตท่อไร้ตะเข็บ (Production of Seamless Tubing and Pipe) เป็นกระบวนการผลิตงานขณะร้อนที่มีรูปร่างยาว มีผนังหนา เหมาะสำหรับท่อขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ไม่มีตะเข็บมีหลักการพื้นฐานคือ ใช้แรงกดไปรอบ ๆ แท่งโลหะกลมนั้น

การหล่อและรีดต่อเนื่อง (Continuous Casting and Rolling) ในงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้า ได้มีการพัฒนาการรีดอยู่เสมอ นั่นคือ กระบวนการหล่อและส่งออกมารีดทันที ทำให้เย็นโดยการพ่นน้ำ เหมาะสำหรับรีดเหล็กแผ่นบางและแผ่นหนาได้ต่ำสุด 1 มิลลิเมตร (0.4 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) สามารถนำไปผลิตเป็นท่อผนังบาง และผนังหนาได้

กรรมวิธีการดึง

กรรมวิธีการดึง (Drawing Process) การดึงให้มีรูปร่างหน้าตัด เป็นเส้นกลมหรือลวดกลม สามารถลดขนาดให้เล็กหรือเปลี่ยนขนาดได้ โดยการดึงผ่านดาย (Die) มุมของดายจะช่วยลดความฝืด ทำให้ใช้แรงดึงต่ำ และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพในการดึงผ่านดาย การดึงโลหะผ่านดาย แต่ละครั้งจะลดขนาดได้ถึง 63% เช่น ขนาดความโตของลวด 10 มิลลิเมตร สามารถลดขนาดความโตของลวด 6.1 มิลลิเมตร

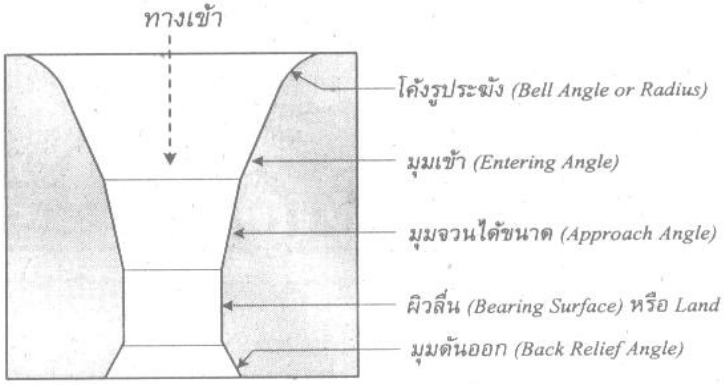


การดึงให้มีรูปร่างต่าง ๆ พื้นที่หน้าตัดที่มีรูปร่างต่าง ๆ มีลักษณะเป็นแท่งตัน สามารถผลิตได้โดยการดึง

ผ่านดาย โดยทั่วไปนิยมใช้ดึงผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นที่หน้าตัดกลมและสี่เหลี่ยม

ท่อผนังหนาสามารถผลิตเปลี่ยนแปลงขนาดได้โดยวิธีนี้เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะท่อที่มีขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 0.3 เมตร (12 นิ้ว)สามารถทำได้โดยวิธีนี้

การออกแบบดาย (Die Desigh) ดายได้รับการออกแบบให้มีมุมเอียงตั้งแต่ 6-15 องศา มี 2 มุม คือ มุมเข้า และมุมจวนจะได้ขนาด (Entering and Approach) มี Land เป็นตัวกำหนดขนาดสุดท้ายของการผลิต เรียกว่า “Sizing” เมื่องานผ่านดายแล้ว ส่วนของ Land นี้จะควบคุมขนาดของผลิตภัณฑ์เมื่อออกจากดาย ส่วนหลังสุดของดายเป็นมุมดันให้ออก (Back Relief Angle) ซึ่งมุมนี้จะช่วยดันโลหะออกได้ง่ายขณะดึง



การรีดเพื่อให้ลวดขนาดใหญ่อยู่ในลักษณะเป็นเส้นตรง การดึงให้ตรง ลวดหรือท่อขนาดเล็กซึ่งไม่ตรง เช่น นำมาจากขด (Coil) สามารถดึงให้ตรงได้โดยการดึงผ่านลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งนี้จะทำให้งอกลับคืนเป็นกรรมวิธีที่เหมือนกับ

เครื่องมือที่ใช้ในการดึง (Drawing Equipment)

เครื่องมือที่ใช้ในการดึงมีลักษณะเป็นโต๊ะดึง (Draw Bench) ประกอบด้วย Die จะใช้แรงดึงขนานไปตามความยาวโดยการขับด้วยโซ่หรือไฮดรอลิก โต๊ะดึงนี้สามารถดึงลวดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 20 มม. (0.75 นิ้ว) ดึงได้ความยาวถึง 30 เมตร (100 ft) เครื่องดึงมีความสามารถในการดึงได้ถึง 1.3 MN (300 Klb) ด้วยอัตราความเร็ว 6 เมตร/นาที จนถึง 60 เมตรต่อนาที (20-200 ฟุต/นาที)

กรรมวิธีการดัน

กรรมวิธีการดัน (Extruding Process) เป็นการใช้แรงดันให้วัสดุผ่านดาย คล้าย ๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอด วัสดุที่ขึ้นรูปด้วยการดันทะลักนี้ต้องมีความเหนี่ยว สามารถดันทะลักออกมาได้ ณ

อุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิที่สูงขึ้นในห้องเผาไหม้การ Extrude เป็นการ ผลิตชิ้นส่วนกึ่งสำเร็จ (Semi Finished Part) เพราะหลังจากผ่านกรรมวิธีนี้แล้วจะต้องนำไปตกแต่งทำให้สำเร็จต่อไป

ผลผลิตที่ได้จากกรรมวิธีการดัน ก็คือ กรอบประตูหน้าต่าง รางรถไฟ รางประตูเลื่อน ท่อการผลิตด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับผลิตชิ้นส่วนที่ยาวและสามารถตัดนำไปใช้งานได้ เช่น มือจับประตู เฟือง หูตะกร้า เป็นต้น

กรรมวิธีการดันสามารถแบ่งตามลักษณะการดันได้ 2 วิธีดังนี้ คือ

1. **การดันโดยตรง** (Direct Extrude) การดันวิธีนี้เป็นพื้นฐานของกรรมวิธีการดัน คือ การดันไปข้างหน้า โดยน้ำโลหะจะอยู่ในห้อง หรือตู้คอนเทนเนอร์ เมื่อป้อนแรงดันก้านกระทุ้งไปข้างหน้า น้ำโลหะจะทะลุผ่านดายออกไปภายนอกเป็นรูปร่างตามต้องการ
2. **การดันทางอ้อม** (Indirect Extrude) การดันทางอ้อมนี้จะแตกต่างจากแรงดันโดยตรงก็คือ ใช้ตัวดายเป็นตัวกระทุ้งนั่นเอง

การดันออกทางด้านข้าง (Side Extrude) การดันออกทางด้านข้างนี้ เป็นกรรมวิธีการดันโดยตรงอีกวิธีหนึ่ง แต่จะติดตั้งดายไว้ทางด้านข้างกรรมวิธีการดันสามารถดันได้ทั้งโลหะที่ร้อน และดันโลหะที่เย็นหรือดัน ณ อุณหภูมิที่ห้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. **การดันร้อน** (Hot Extrusion) ใช้ดันโลหะที่ไม่มีความเหนียว ณ อุณหภูมิห้อง จำเป็นต้องเพิ่มอุณหภูมิให้ร้อนขึ้นเพื่อเพิ่มความเหนียว ให้สามารถดันให้ทะลักออกมาได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดแรงดันที่ใช้ในการขึ้นรูปอีกด้วย อุณหภูมิของโลหะชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการดันร้อน มีดังนี้

ตาราง แสดงอุณหภูมิของโลหะชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในกรรมวิธีดันร้อน

โลหะที่ใช้ผลิต	อุณหภูมิ (°C)
ตะกั่ว	200-250
อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม	375-475
ทองแดงและทองแดงผสม	650-975
เหล็กกล้า	875-1300

2. **การดันเย็น** (Cold Extrusion) เป็นการขึ้นรูปโลหะให้เป็นผลิตภัณฑ์ ณ อุณหภูมิห้อง โลหะที่ขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีดันเย็นจะต้องมีความเหนียวยืดหยุ่นได้ดี เหมาะสำหรับชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักน้อย ไม่เกิน 45 กิโลกรัม (100 ปอนด์) และมีความยาวสูงสุดไม่เกิน 2 เมตร (80 นิ้ว) เช่น ส่วนประกอบรถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ เป็นต้น การขึ้นรูปส่วนที่ผลิตจากผงโลหะก็ใช้การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้

กรรมวิธีการดันกระแทก (Impact Extrusion) เป็นการดันโดยตรง สามารถขึ้นรูปชิ้นงานในอุณหภูมิห้องได้ โดยก้านกระแทกหัวกด (Punch) จะกดกระแทกลงไป ทำให้โลหะขึ้นรูปย้อนกลับขึ้นมา (Backward)

กรรมวิธีการตี

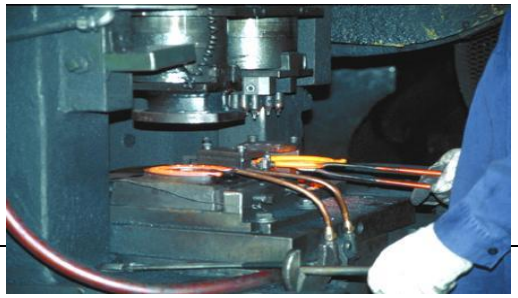
กรรมวิธีการตี (Forging Process) เป็นกรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะให้มีรูปร่างต่าง ๆ โดยการใช้แรงกดอัด อันเนื่องมาจากการตีเป็นการขึ้นรูปโลหะที่เก่าแก่ประมาณ 4,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช ซึ่งสมัยนั้นเป็นการตีเพื่อใช้ทำตัวเรือนเครื่องประดับ และเหรียญต่าง ๆ เครื่องมือที่ใช้ในการตกแต่งขึ้นรูปจะเป็นค้อนโลหะ กับเครื่องมือที่ทำจากหิน

ปัจจุบันการตีสามารถทำได้ง่ายด้วยค้อนและทั่ง การตีเป็นการผลิตที่ทำให้ชิ้นส่วนมีความแข็งแรงแน่นหนาขึ้น มีการไหลของเม็ดเกรนและโครงสร้างของเม็ดเกรนสามารถควบคุมได้ การตีทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงและเหนียวมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในงานที่มีความเค้นสูง เช่น เฟือง (Gear) ของเครื่องบินและเพลาของเครื่องบินเจ็ต การตีเพื่อผลิตสลักเกลียวและหมุดย้ำ เพื่อใช้ในการย้ำเพลากับห้องเผาไหม้ เครื่องมือ (Hand Tools) วัสดุที่ทำส่วนประกอบของโครงสร้าง เครื่องจักร รางรถไฟ และอุปกรณ์พาหนะการขับเคลื่อนต่าง ๆ

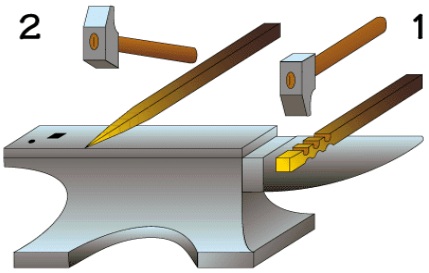
การตีสามารถตี ณ อุณหภูมิห้องหรือที่เรียกว่า ตีเย็น (Cold Forging) และตีขณะที่มีอุณหภูมิสูงหรือที่เรียกว่า ตีร้อน (Warm or Hot Forging)

การตีเย็น จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงสูงมากกว่า ในขณะเดียวกันโลหะที่ใช้ตีต้องมีความเหนียว ณ อุณหภูมิห้อง การตีเย็นจะทำให้ได้ผิวหน้าที่ดีและมีขนาดเที่ยงตรง

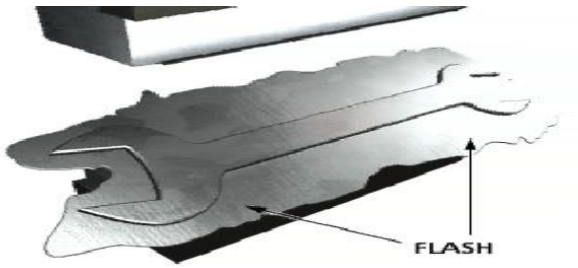
การตีร้อน จะใช้แรงในการตีน้อย แต่ขนาดและผิวที่ได้จากการตีไม่ดี การตีร้อนนั้นจะเหมาะสำหรับชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการขนาดที่แน่นอน หรือชิ้นส่วนที่ต้องการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่ง



การตีเปิด (Open Die Forging) การตีที่ง่ายและสะดวก คือ การตีโดยกรรมวิธีการตีแบบเปิด เช่น การตีโลหะด้วยค้อนบนทั่ง หรือการตีด้วยเครื่อง เป็นต้น



การตีปิด (Close Die Forging) เป็นการตีด้วยแรงอัดของดายตัวบน ให้ชิ้นงานมีรูปร่างตามลักษณะของดาย ชิ้นงานหลังจากตีอัดแล้วจะอยู่ในร่องของดายทั้งสอง การตีด้วยวิธีนี้วัสดุจะเกิดการยืดตัว หรือไหลออกเป็นรูปร่างตามลักษณะของดายในชั่วพริบตา แรงอัดที่ใช้ต้องสูงเพียงพอที่จะขึ้นรูปชิ้นงานได้ ในขณะเดียวกันเนื้อโลหะต้องมีปริมาณเพียงพอเมื่อกดอัดแล้วต้องอัดแน่นเต็มดาย



การตีขึ้นรูปชิ้นงาน การตีขึ้นรูปชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนนั้น ไม่อาจตีเพียงครั้งเดียวให้สำเร็จได้ จำเป็นต้องออกแบบขั้นตอนในการตี เพื่อให้เนื้อโลหะมีโอกาสยืดตัวและแบ่งเฉลี่ยเนื้อโลหะ ดังเช่นการตีแขนข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ในรูป

การผลิตลูกบอลเพื่อใช้ตลับลูกปืน (Ball Bearing) นอกจากจะทำได้อย่างรวดเร็วด้วยการรีดแล้วยังสามารถผลิตได้ดีและรวดเร็วด้วยกรรมวิธีการตีปิด

การตีต่อเนื่อง เป็นการตีต่อเนื่องมาจากการหล่อทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายเนื่องจากไม่ต้องนำชิ้นงานมาให้ความร้อนอีก แต่ใช้ความร้อนที่ผ่านการหล่อ เมื่อชิ้นงานเริ่มแข็งตัวเป็นตุ๊กตา จึงนำไปตีขึ้นรูปตามแบบ

การจัดเก็บ

เมื่อโลหะผ่านกระบวนการผลิตมาแล้ว ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นหนา (Plate) แผ่นบาง (Sheet Plate) เป็นท่อบาง (Tube) เป็นแท่ง (Bars) เป็นแท่งกลมขนาดใหญ่ (Large Rounds) ม้วนเป็นขดลวด (Wire) และอื่น ๆ การจัดเก็บเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะต้องมีการออกแบบให้เหมาะสมเพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ ผลิตภัณฑ์ต้องไม่อยู่ในสถานที่ที่เสี่ยงต่อการกัดกร่อนและที่สำคัญ การจัดเก็บต้องปลอดภัยต่อพนักงานขณะปฏิบัติงานทั่วไปและมีการเคลื่อนย้าย

ความปลอดภัยต่อพนักงานเป็นสิ่งสำคัญที่พึงระลึกถึง ทั้งนี้ถ้าหากปล่อยให้เกิดอุบัติเหตุเกิดขึ้น ไม่เพียงแต่ก่อผลความเสียหายต่อพนักงานและค่าใช้จ่ายของเจ้าของโรงงานเท่านั้น ยังกระทบต่อขวัญและ

กำลังใจ ความเชื่อมั่นของพนักงานทั้งหมดอีกด้วย

การจัดเก็บผลิตภัณฑ์มีวิธีการจัดเก็บแตกต่างกันตามรูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

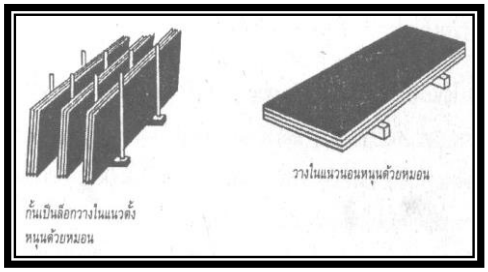
การจัดเก็บเหล็กที่เป็นท่อนยาวหรือเป็นแท่งกลมยาว

ควรวางไว้บนพื้นและมีหมอนรองรับ ด้านใต้ต้องให้มีการระบายอากาศได้สะดวก เพื่อป้องกันการสะสมความชื้นป้องกันการเกิดสนิมจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ด้านข้างต้องกั้นล็อกไว้เพื่อป้องกันการไหล แต่ละกองไม่ควรให้มีปริมาณมากเกินไป

การจัดเก็บเหล็กแผ่น

การจัดเก็บเหล็กแผ่นนั้น เพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บควรวางในแนวตั้งโดยกั้นเป็นซอง ๆ และหนุนให้สูงจากพื้นด้วยหมอนเพื่อไม่ให้เกิดความชื้นและเป็นที่สะสมของฝุ่นละอองและขยะ การหนุนให้ลอยสูงขึ้นนี้ยังช่วยให้สามารถทำความสะอาดได้ง่ายอีกด้วย แต่ละซองไม่ควรจัดวางให้มีปริมาณมากจนเกินไปเพราะเสาที่กั้นอยู่อาจไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักกรณีเป็นโลหะแผ่นบาง การจัดเก็บในแนวตั้งอาจจะไม่เป็นระเบียบและไม่สวยงามสามารถจัดเก็บโดยวางนอนกับพื้นได้ โดยมีหมอนรองให้ลอยจากพื้นเล็กน้อย

กรณีเป็นโลหะแผ่นบาง การจัดเก็บในแนวตั้งอาจจะไม่เป็นระเบียบและไม่สวยงามสามารถจัดเก็บโดยวางนอนกับพื้นได้ โดยมีหมอนรองให้ลอยจากพื้นเล็กน้อย



การจัดเก็บหีบหรือกล่อง

เพื่อความเป็นระเบียบและการประหยัดพื้นที่เป็นการจัดเก็บ ควรวางหีบหรือกล่องซ้อนกันเป็นแถว แต่ต้องไม่สูงเกินกว่าจะเอื้อมหยิบถึง หรือซ้อนกันจนมีน้ำหนักมากทำให้หีบหรือกล่องด้านล่างไม่สามารถรับน้ำหนักได้ หีบหรือกล่องที่มีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากควรจัดวางไว้ด้านล่าง

การจัดเก็บอุปกรณ์ในตู้เก็บ

นอกจากการจัดเก็บวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ภายในโรงงานจะมีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานของพนักงานโดยรวมแล้ว การจัดเก็บอุปกรณ์ขนาดเล็กในตู้เก็บก็มีความสำคัญเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการ

ค้นหา หยิบใช้ได้สะดวก ในกรณีที่มีฝาปิดควรทำหมายเลขหรือติดชื่ออุปกรณ์ไว้ภายนอกตู้ อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากควรวางไว้ด้านล่าง ส่วนอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กหรือน้ำหนักน้อยควรวางไว้ด้านบน

การจัดเก็บเครื่องมือขนาดเล็ก

เครื่องมือขนาดเล็ก หรือเครื่องมือที่ปฏิบัติงานบนโต๊ะ เมื่อนำออกไปปฏิบัติงานเสร็จแล้วควรทำความสะอาดให้เรียบร้อย และนำมาเก็บไว้ในตู้เก็บโดยมีการแยกชนิดและประเภทของเครื่องมือ เช่น เครื่องมือที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากควรวางไว้ด้านล่าง เครื่องมือวัดควรแยกออกจากเครื่องที่มีคม

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	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

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

ก่อนเรียน

1. ทำแบบประเมินก่อนการเรียน 15 ข้อ

ขณะเรียน

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

หลังเรียน

1. ทำแบบประเมินหลังการเรียน 15 ข้อ
2. แบบฝึกหัด
3. ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

สื่อการเรียนการสอน

สื่อสิ่งพิมพ์

1. หนังสือเรียนวัสดุช่าง
2. แผนการสอน
3. เอกสารประกอบการสอนต่าง ๆ

สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

1. แผ่นใส
2. สื่อช่วยสอน Power Point

หุ่นจำลองหรือของจริง

1. ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตร้อน
2. ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตเย็น

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 โดยเขียนเครื่องหมายกากบาท(x)ลงในกระดาษคำตอบ

1 . การรีดเย็น (Cold Rolling)หมายถึงอะไร

ก. ทำการรีดในห้องปรับอากาศ

ข. นำโลหะที่แช่เย็นจนกระทั่งได้อุณหภูมิตามต้องการแล้วจึงนำมารีด

ค. ใช้ลูกกลิ้งที่มีอุณหภูมิต่ำทำการรีด

ง. ทำการรีดโลหะ ณ อุณหภูมิห้อง

2. การรีดร้อน(Hot Rolling) หมายถึงอะไร

ก. การทำรีดในขณะที่โลหะหลอมเหลว

ข. รีดโดยใช้ลูกกลิ้งที่มีอุณหภูมิสูง

ค. รีดในห้องที่มีอุณหภูมิสูง

ง. รีดในขณะที่โลหะมีอุณหภูมิสูง แต่ยังไม่ถึงจุดหลอมละลาย

3. โลหะแผ่นหนา(Plate) หมายถึงอะไร

ก. แผ่นโลหะที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ข. แผ่นโลหะที่มีพื้นความหนาไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

ค. แผ่นโลหะที่มีพื้นความหนามากกว่า 6 มิลลิเมตร

ง. แผ่นโลหะที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

4. ข้อใดเป็นผลจากการรีดเย็น

ก. แผ่นโลหะมีความแข็งเพิ่มขึ้น ข. แผ่นโลหะแผ่นใหญ่มากขึ้น

ค. ทำการรีดได้เร็วกว่า ง. ราคาถูกเนื่องจากต้นทุนต่ำ

5. การออกแบบดายซ์ให้ทางเข้าเป็นมุมนั้นมีประโยชน์อย่างไร

ก. ช่วยลดขนาด ข. ช่วยลดความยืด

ค. ช่วยทำให้ผิวสวยงาม ง. ช่วยให้สามารถดึงได้เร็ว

6. ทางเข้าของดายซ์ได้รับการออกแบบให้มีมุมเรียวกี่องศา

ก. 1-6 องศา ข. 6-15องศา

ค. 15-20 องศา ง. 20-30 องศา

7. กรรมวิธีการดึงนิยมนำไปใช้ในการดึงผลิตภัณฑ์ชนิดใด

ก. ผลิตภัณฑ์ที่มีหน้าตัดกลม
ข. ผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยม
ค. แผ่นเหล็กบาง และหนา
ง. ถูกทั้ง ข้อ ก และข.

8. การทำเกลียวบนสลักเกลียว สามารถทำได้อย่างรวดเร็วด้วยวิธีใด

ก. กลึงบนเครื่องกลึง
ข. ทำเกลียวด้วยดายซ์
ค. การหล่อ
ง. วิธีการรีดเกลียว

9. วัสดุที่ขึ้นรูปด้วยการดัน (Extruding Process)ต้องมีคุณสมบัติอย่างไร

ก. มีความแข็ง
ข. มีความเหนียว
ค. มีจุดหลอมละลายสูง
ง. มีอัตราการยืดตัวต่ำ

10. วัสดุใดไม่สามารถนำมาผ่านกรรมวิธีการดันได้

ก. เหล็กผสมสูง
ข. เหล็กคาร์บอนต่ำ
ค. อะลูมิเนียม
ง. ทองแดง

11. การดันร้อน (Hol Extrusion) มีประโยชน์อย่างไร

ก. ช่วยลดแรงดัน
ข. ช่วยให้สามารถผลิตได้เร็ว
ค. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มขึ้น
ง. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเที่ยงตรงสูง

12. การดันเย็น (Cold Extrusion) มีประโยชน์อย่างไร

ก. ชิ้นส่วนขนาดใหญ่
ข. ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักน้อย
ค. ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก
ง. ชิ้นส่วนที่มีลักษณะซับซ้อน

13. การตีเย็นมีข้อดีอย่างไร

ก. ชิ้นส่วนมีความแข็งแรงมากขึ้น
ข. มีความเที่ยงตรงสูง
ค. ชิ้นงานที่ได้มีผิวดี
ง. ถูกทุกข้อ

14. การตีร้อนมีข้อดีอย่างไร

ก. ใช้แรงตีน้อย
ข. ชิ้นงานที่ได้มีผิวดี
ค. มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
ง. มีความเที่ยงตรงสูง

15. การตีแบบใดสามารถได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จในพริบตา

ก. การตีปิด ข. การตีเปิด

ค. การตียืด ง. การตีลดขนาด

เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน

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