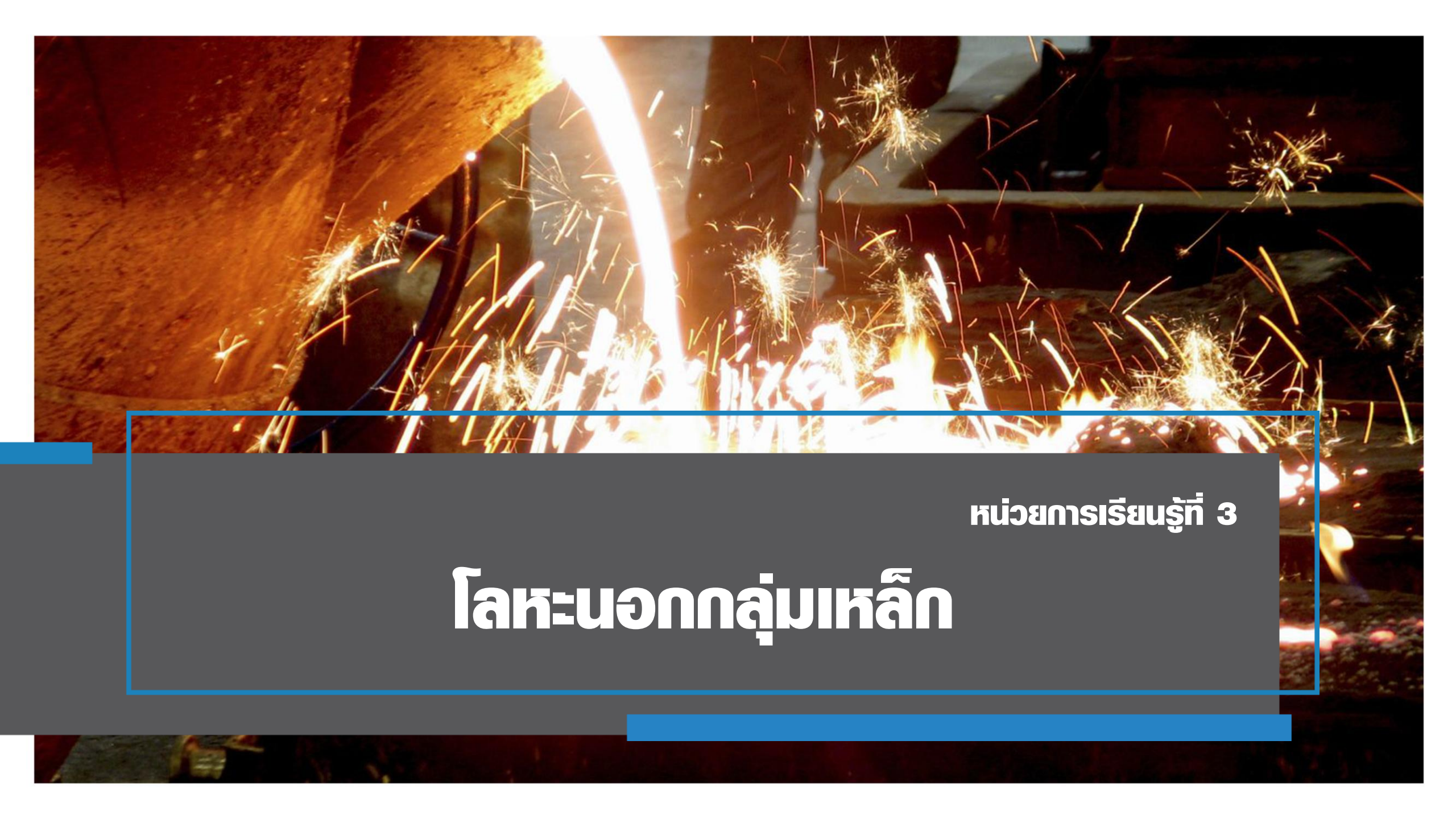




หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

โลหะนอกกลุ่มหลัก

โลหะหนัก

โลหะหนัก (Heavy Metal) ที่เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่า 4 กก./ดม.³ โลหะหนักที่ใช้งานกันมากและรู้จักทั่วไป เช่น ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ดีบุก เป็นต้น



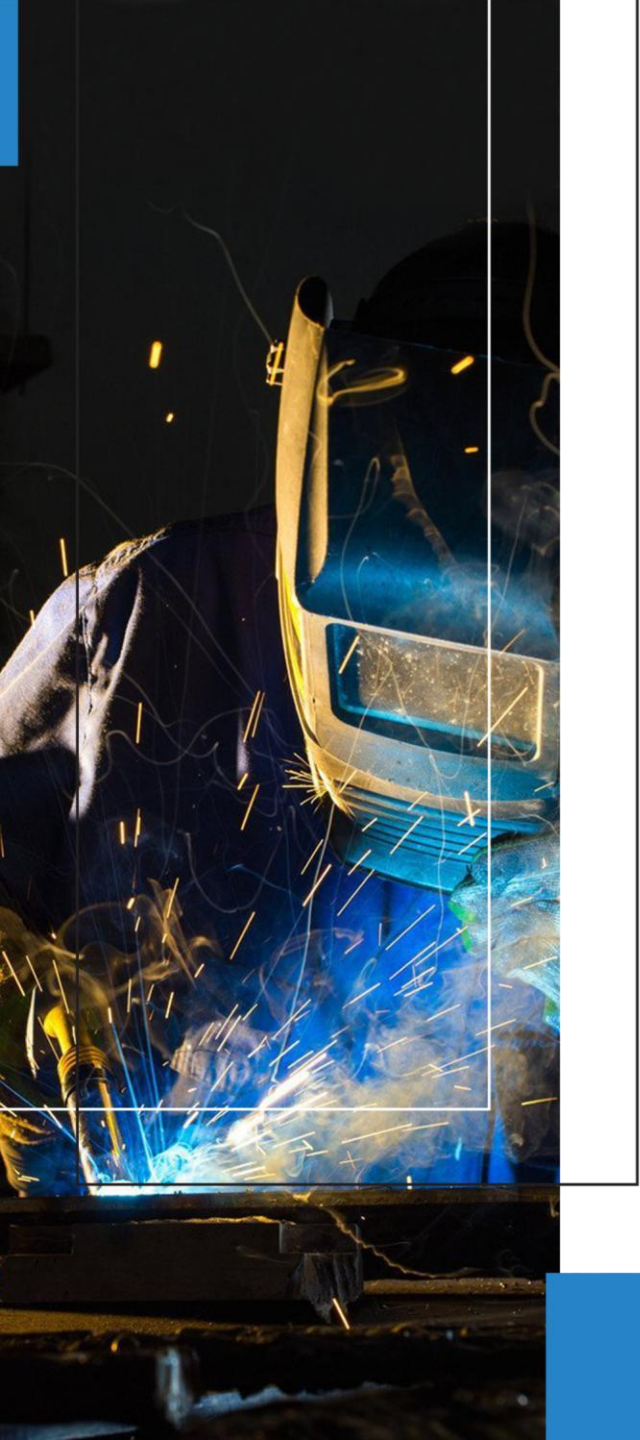
ทองแดง (Copper : Cu)

- ความหนาแน่น 8.93 กก./ดม.³
- จุดหลอมเหลวประมาณ 1,085°C (ทองแดงยิ่งบริสุทธิ์มากจะหลอมเหลวยาก เพราะถ่ายเทความร้อนได้ดี)
- ความเค้นแรงดึงสูงสุด 20-36 กก./มม.² (ถ้าเป็นเส้นเล็ก ๆ อาจจะมีค่าความเค้นแรงดึงสูงสุด 60 กก./มม.²)

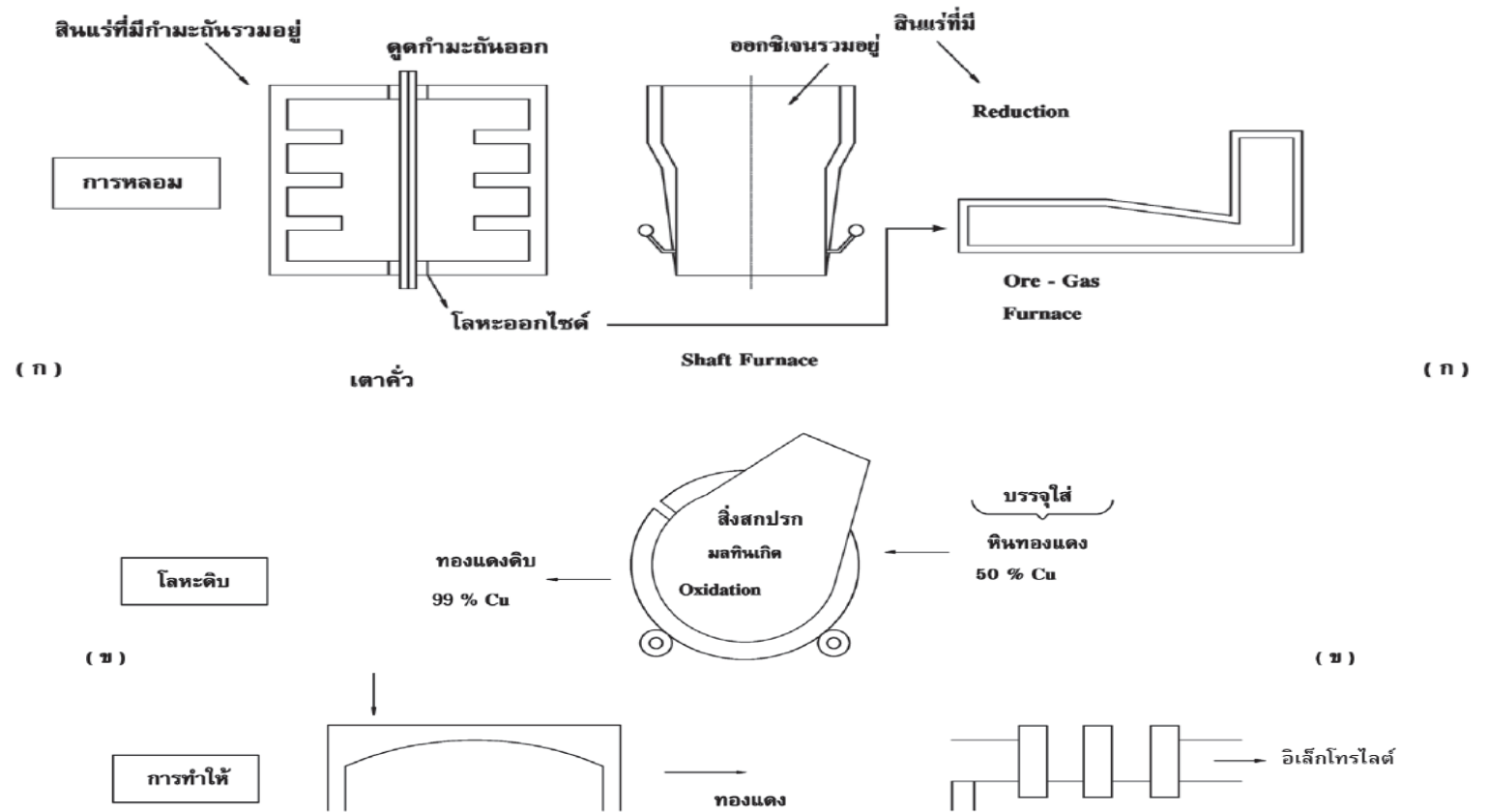
สินแร่ทองแดงเกิดขึ้นในธรรมชาติที่สำคัญ คือ สินแร่ทองแดงไฟไรต์ ซึ่งเกิดปนอยู่กับเหล็ก สินแร่ทองแดงออกไซด์ สินแร่ทองแดงดำ และสินแร่ทองแดงคาร์บอเนต กระบวนการถลุงทองแดงมี 2 วิธี คือ

1. กรรมวิธีแห้ง

กรรมวิธีนี้ทองแดงจะถูกถลุงเพื่อทำการแยกกำมะถันออกจากสินแร่ และก้อนทองแดง โดยการคั่วให้แร่ทำ ปฏิกิริยากับออกซิเจน จะได้ทองแดงออกไซด์จากเตาฟั่นลม เมื่อเผาหลาย ๆ ครั้งจะได้ทองแดงที่บริสุทธิ์ ลักษณะการผลิตดังแสดงในรูป



โลหะหนัก

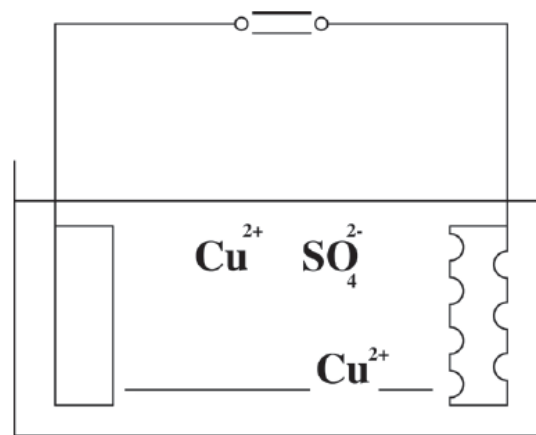


แสดงการผลิตทองแดงบริสุทธิ์

โลหะหนัก

2. กรรมวิธีเปียก

วิธีนี้ต้องนำ แร่ทองแดงมาแช่กับกรดกำมะถันหรือกรดเกลือ เพื่อกัดทองแดงออกจากเนื้อแร่ ทองแดงจะเข้าไปละลายอยู่ในกรด และนำน้ำกรดที่ได้ไปแยกด้วยไฟฟ้า ทองแดงจะไปเคลือบอยู่ที่แผ่นขั้วลบ วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้กับแร่ทองแดงที่มีปริมาณเนื้อแร่ต่ำ



แสดงวิธีผลิตทองแดงด้วยวิธีเปียก (Electrolytic)

จากรูป เมื่อปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไป สิ่งสกปรกในทองแดงหรือสิ่งเจือปนอื่นจะตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ส่วนทองแดงบริสุทธิ์จะลอยไปจับตัวที่ขั้วลบ ทำให้ได้ทองแดงบริสุทธิ์ 99.9% และจะนำมาหลอมเป็นแท่ง เพื่อผลิตเป็นทองแดงรูปพรรณต่าง ๆ

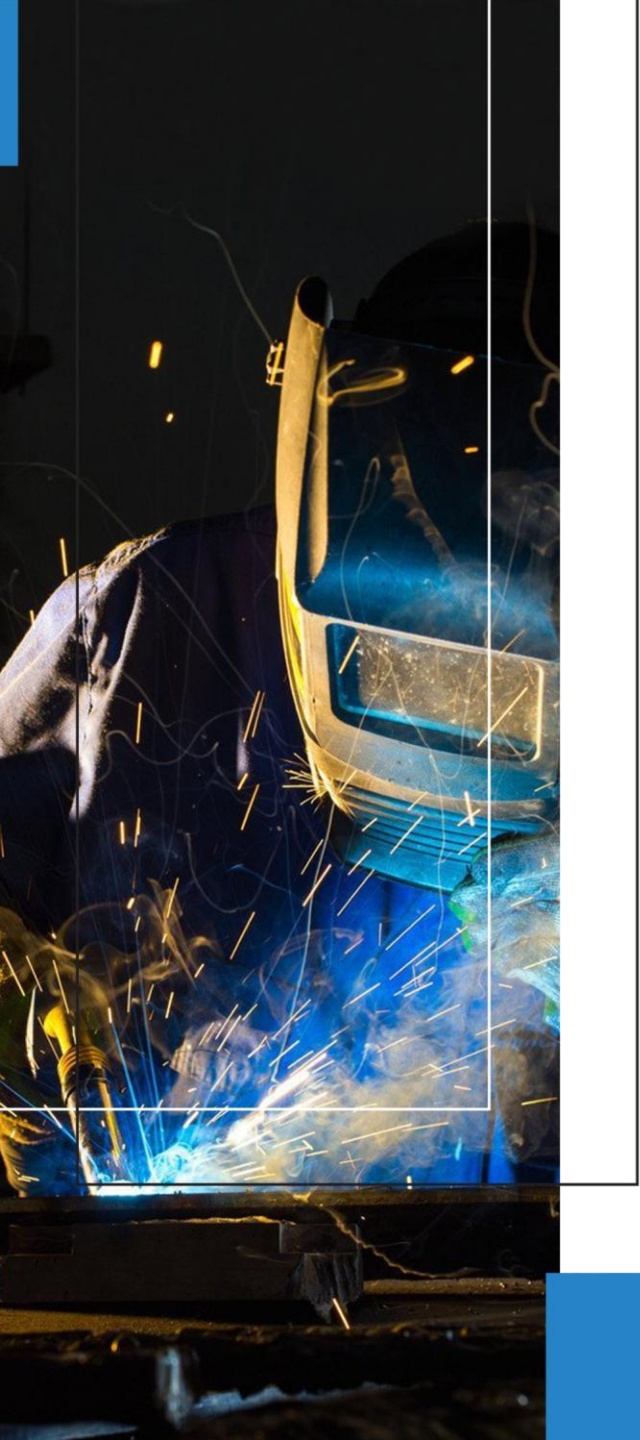
โลหะหนัก



การแบ่งชนิดของทองแดง

โลหะทองแดงในทางการค้า แบ่งออกได้หลายเกรด ดังนี้

1. ทองแดงทัฟฟิช เป็นทองแดงที่มีปริมาณออกซิเจนผสมอยู่ประมาณ 0.02-0.05% โดยน้ำหนัก ซึ่งออกซิเจนที่เหลืออยู่เกิดจากการตกค้างขณะหล่อ โดยผสมกับทองแดงเป็น Cu_2O เป็นส่วนมาก
2. ทองแดงปราศจากออกซิเจน เป็นทองแดงที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.95% และจะไม่มีออกซิเจนผสมอยู่เลย มีความเหนียว สามารถยืดตัวได้ดี สามารถดึงขึ้นรูปได้ดี และมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าสูง
3. ทองแดงออกซิไดซ์ฟอสฟอรัสต่ำ เป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.92% และมีฟอสฟอรัสประมาณ 0.009% ซึ่งฟอสฟอรัสที่มีอยู่นี้เกิดจากการเติมขณะที่หลอมละลายทองแดงเพื่อช่วยในการลดออกซิเจน ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ทองแดงชนิดนี้มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย



โลหะหนัก

4. ทองแดงดีออกไซด์ฟอสฟอรัสสูง เป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.95% และมีฟอสฟอรัสผสมอยู่ประมาณ 0.02% ดังนั้นจึงทำให้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าลดลงมาก ไม่เหมาะกับการใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า นิยมนำไปใช้ทำท่อต่าง ๆ
5. ทองแดงเจือเงิน เป็นทองแดงบริสุทธิ์ประมาณ 99.9% และมีเงินผสมอยู่ประมาณ 0.03% การผสมเงินลงไปด้วยนั้น เพื่อให้ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการเกิดผลึกใหม่ของทองแดง ซึ่งจะทำให้ทองแดงแข็งขึ้น และป้องกันการอ่อนตัวขณะทำการบัดกรี และจะไม่ทำให้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าของทองแดงลดลง
6. ทองแดงอาร์เซนียล เป็นทองแดงที่ผสมสารหนูลงไปประมาณ 0.25-0.50% เพื่อช่วยให้คุณสมบัติในการต้านทานแรงดึง ต้านทานต่อการกัดกร่อน และเพิ่มคุณสมบัติการเกิดผลึกใหม่ ทำให้ง่ายต่อการขึ้นรูป แต่จะทำให้คุณสมบัติด้านการนำไฟฟ้าลดลงมาก
7. ทองแดงผสมเทลลูเรียมหรือซีลีเนียม โดยผสมลงไปประมาณ 0.5% เพื่อที่จะช่วยให้ง่ายต่อการตกแต่งด้วยเครื่องจักรกล

โลหะหนัก

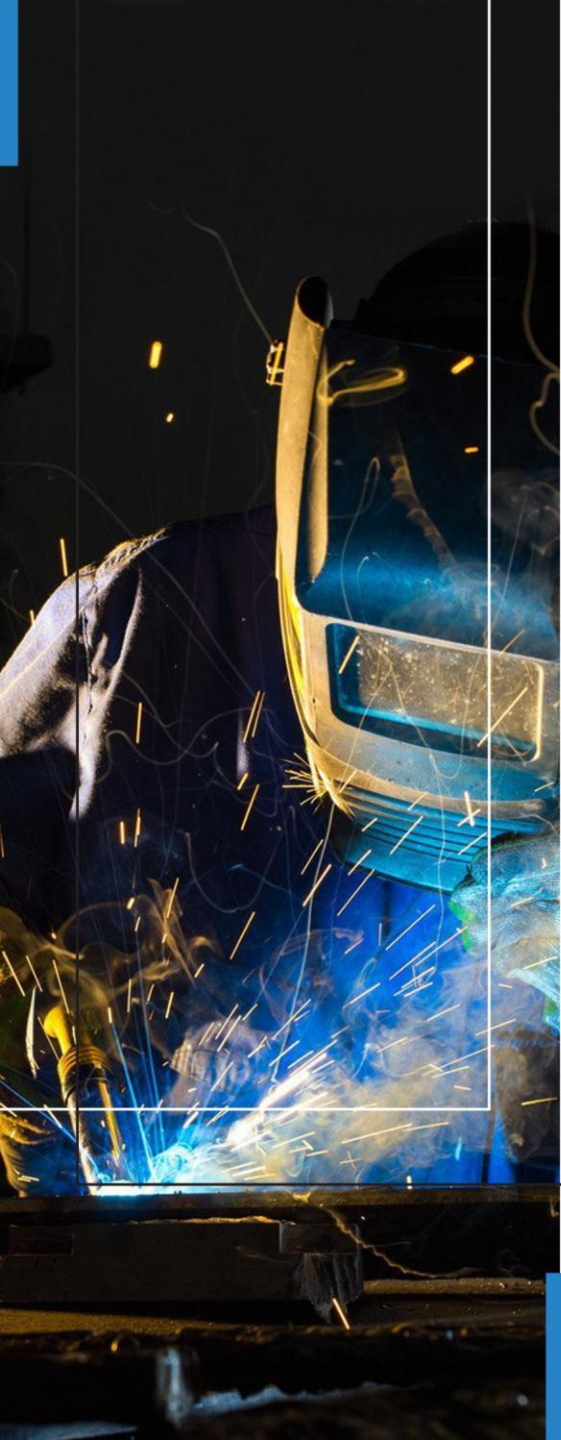


ทองเหลือง (Brass : Ms)

เป็นโลหะผสมของทองแดง และมีสังกะสีผสมเป็นธาตุหลัก สังกะสีที่ผสมลงไปจะมีผลทำให้ทองเหลืองมีคุณสมบัติต้านทานแรงดึงและความเหนียวสูงขึ้น สีของทองเหลืองจะเปลี่ยนไปตามปริมาณส่วนผสมของสังกะสี ถ้าผสมน้อยทองเหลืองจะเป็นสีแดงชมพู ถ้าผสมมากจะมีสีเหลือง ทองเหลืองจะมีส่วนผสมของทองแดงและสังกะสีหลายอัตราส่วน ซึ่งแต่ละชนิดจะใช้งานและมีคุณสมบัติต่างกัน ที่ใช้กันมากได้แก่ส่วนผสมดังนี้

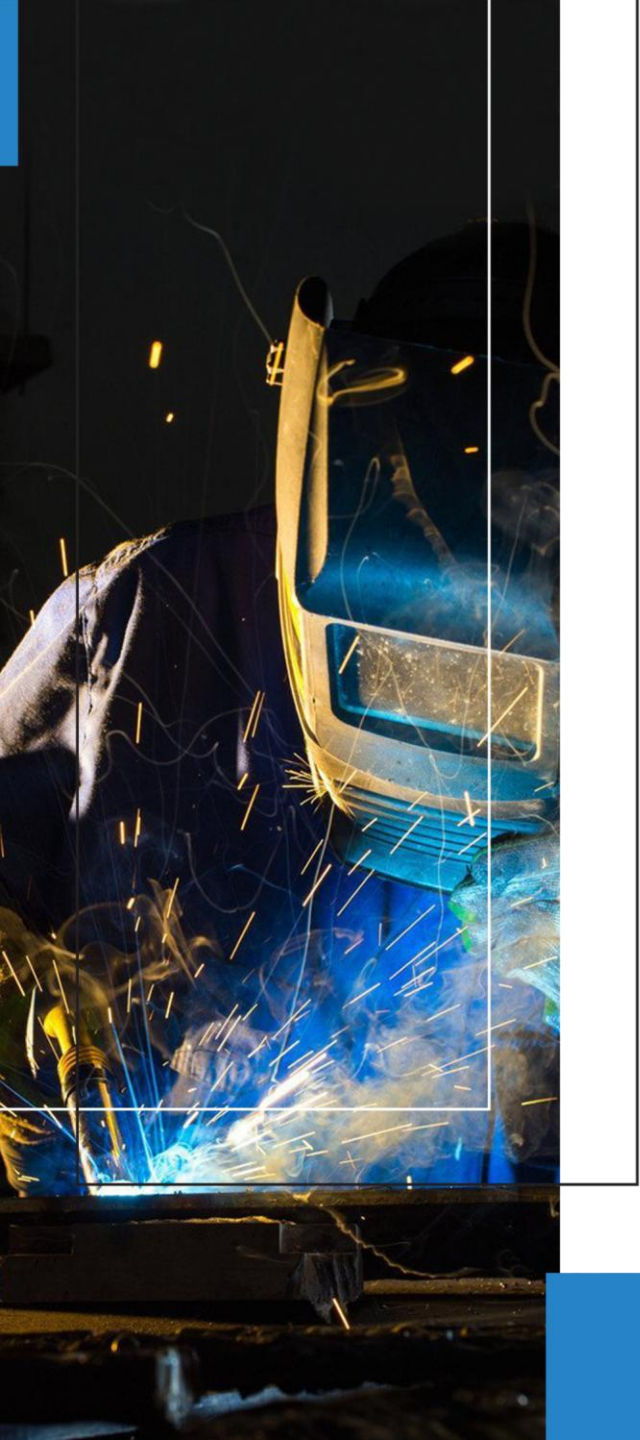
70 : 30 ทองเหลืองชนิดนี้จะมีสังกะสีผสมอยู่ประมาณ 30% โดยน้ำหนัก เป็นทองเหลืองที่มีความเหนียวและความแข็งแรงสูง นิยมใช้ทำปลอกกระสุน และยังอาจนำไปผลิตเป็นแผ่นโดยการรีดเย็น และเหมาะที่จะนำไปแปรรูปโดยกรรมวิธีการทำงานเย็น

60 : 40 ทองเหลืองชนิดนี้จะมีสังกะสีผสมอยู่ประมาณ 40% โดยน้ำหนัก เหมาะสำหรับงานหล่อหรือการนำไปแปรรูปโดยกรรมวิธีการทำงานร้อน



โลหะหนัก

คุณสมบัติของทองเหลืองโดยทั่วไป จะมีความต้านทานและทนต่อการกัดกร่อนได้ไม่ดีเมื่อมีปริมาณของสังกะสีเพิ่มขึ้น ทองเหลืองเมื่อสัมผัสกับน้ำเกลือจะถูกกัดกร่อนได้เร็วมาก ดังนั้นจึงนิยมผสมธาตุอื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ธาตุที่ผสมเข้าไปในทองเหลือง เช่น นิกเกิล ตะกั่ว อะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส เป็นต้น ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมในทองเหลืองจะมีผลดังแสดงในตาราง



โลหะหนัก

ธาตุผสม	ผลที่เกิดขึ้น
ตะกั่ว	อาจมีอยู่ในทองเหลืองได้ เนื่องจากติดเข้ามากับสังกะสี ซึ่งจะมีไม่เกิน 0.5% ถ้ามีมากกว่า 0.5% จะเรียกว่าทองเหลืองที่มีตะกั่ว ตะกั่วจะมีคุณสมบัติช่วยให้การไหลตัวของน้ำโลหะดี และยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ง่ายขึ้น แต่จะทำให้ความต้านทานแรงดึงและความเหนียวลดลง ทองเหลืองที่จะนำมาใช้ขึ้นรูป มักจะมีตะกั่วผสมอยู่น้อยกว่าในทองเหลืองหล่อ
ดีบุก	ผสมอยู่ในทองเหลืองได้เล็กน้อย โดยปกติจะไม่เกิน 6% ถ้ามากกว่านี้จะอยู่ในประเภทบรอนซ์แทน ดีบุกจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติต้านทานต่อแรงดึง และมีคุณสมบัติความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีขึ้น เหมาะสำหรับทำชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ต้องสัมผัสกับน้ำทะเล
นิกเกิล	เป็นธาตุที่ช่วยให้ทองเหลืองมีความแข็งแรงและทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ถ้าเพิ่มนิกเกิลจำนวนมาก และพอเหมาะกับปริมาณของสังกะสี จะทำให้เปลี่ยนเป็นสีขาวคล้ายกับเงิน ซึ่งเรียกว่า นิกเกิลเงิน
อะลูมิเนียม	ทำให้ทองเหลืองมีความต้านทานต่อแรงดึงได้สูงขึ้น และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และขณะหลอมเหลวจะช่วยลดการสูญเสียสังกะสี โดยเกิดเป็นฟิล์มของอะลูมิเนียมออกไซด์ คลุมบนผิวโลหะที่หลอมเหลวได้
เหล็กและแมงกานีส	จะผสมในทองเหลืองชนิดที่เรียกว่า ทองเหลืองต้านทานแรงดึงตูด (High Tensile Brass) ซึ่งจะช่วยให้ทองเหลืองมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น

แสดงผลของธาตุที่ผสมในทองเหลือง

โลหะหนัก



บรอนซ์ดีบุก (Tin Bronze)

เป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับดีบุก ซึ่งจะมีดีบุกผสมกว่า 6% โลหะชนิดนี้จะมีความแข็งแรงและความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่าทองเหลืองมาก แต่ความเหนียวจะน้อยกว่าทองเหลือง บรอนซ์ดีบุกนิยมใช้ทำแบริ่ง ซึ่งดีบุกที่ผสมลงไปนั้นจะช่วยลดความเสียหายที่ผิวหน้าของโลหะได้ดีมาก นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มธาตุชนิดอื่นลงไปได้เพื่อเพิ่มคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การเติมสังกะสีและตะกั่ว เป็นต้น

สังกะสีที่เติมลงในบรอนซ์นั้น โดยปกติจะมีปริมาณไม่มากนัก ซึ่งจะทำให้หน้าที่เป็นตัวลวดออกซิเจน และยังช่วยให้โลหะไหลตัวดีในขณะหล่อ นอกจากนี้การเพิ่มสังกะสีลงไปจะทำให้บรอนซ์ดีบุกมีราคาถูกกว่าเดิม เพราะจะช่วยลดปริมาณส่วนผสมของดีบุกลงไปได้บ้าง

ส่วนตะกั่วที่เติมลงไปนั้นจะช่วยทำหน้าที่เพิ่มคุณสมบัติให้กับบรอนซ์ ทำให้สามารถนำไปตอกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ง่าย แต่จะทำให้ความเหนียวของบรอนซ์ลดลง

นอกจากทองเหลืองและบรอนซ์ดีบุกจะเป็นโลหะผสมของทองแดงแล้ว โลหะผสมที่มีทองแดงเป็นธาตุหลักยังมีอีกหลายชนิดด้วยกัน เช่น ฟอสเฟอร์บรอนซ์ โดยการผสมฟอสฟอรัสเติมลงในบรอนซ์ดีบุก หรือบรอนซ์อะลูมิเนียม จะเป็นโลหะผสมทองแดงและอะลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะหนัก



นิกเกิล (Nickel : Ni)

นิกเกิลเป็นโลหะที่มีลักษณะเป็นสีเขียวยาวแถบเหลือง เป็นโลหะหนักที่มีราคาแพง 60% ของนิกเกิลจะใช้ในการผลิตเหล็กสเตนเลส และเหล็กกล้าผสมนิกเกิล นอกจากนี้แล้วยังใช้เคลือบผิวโลหะชนิดอื่นด้วย เพราะจะมีคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อน และยังทำให้ผิวสวยงามด้วย

คุณสมบัติของนิกเกิล

1. มีอุณหภูมิในการหลอมละลายสูงใกล้เคียงกับเหล็ก
2. มีความเหนียวและทนต่อการกระแทกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ
3. มีความแข็งแรงที่อุณหภูมิใช้งานสูง ๆ
4. ใช้สำหรับเคลือบผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันการกัดกร่อน
5. มีคุณสมบัติทางกลสูงคล้ายกับเหล็กกล้า
6. มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนทั้งกรดและด่างได้ดี
7. เป็นตัวนำไฟฟ้าพอใช้ได้ แต่ไม่ดีเท่ากับทองแดง
8. ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการเป็นสารแม่เหล็ก

โลหะหนัก



ชนิดของนิกเกิล

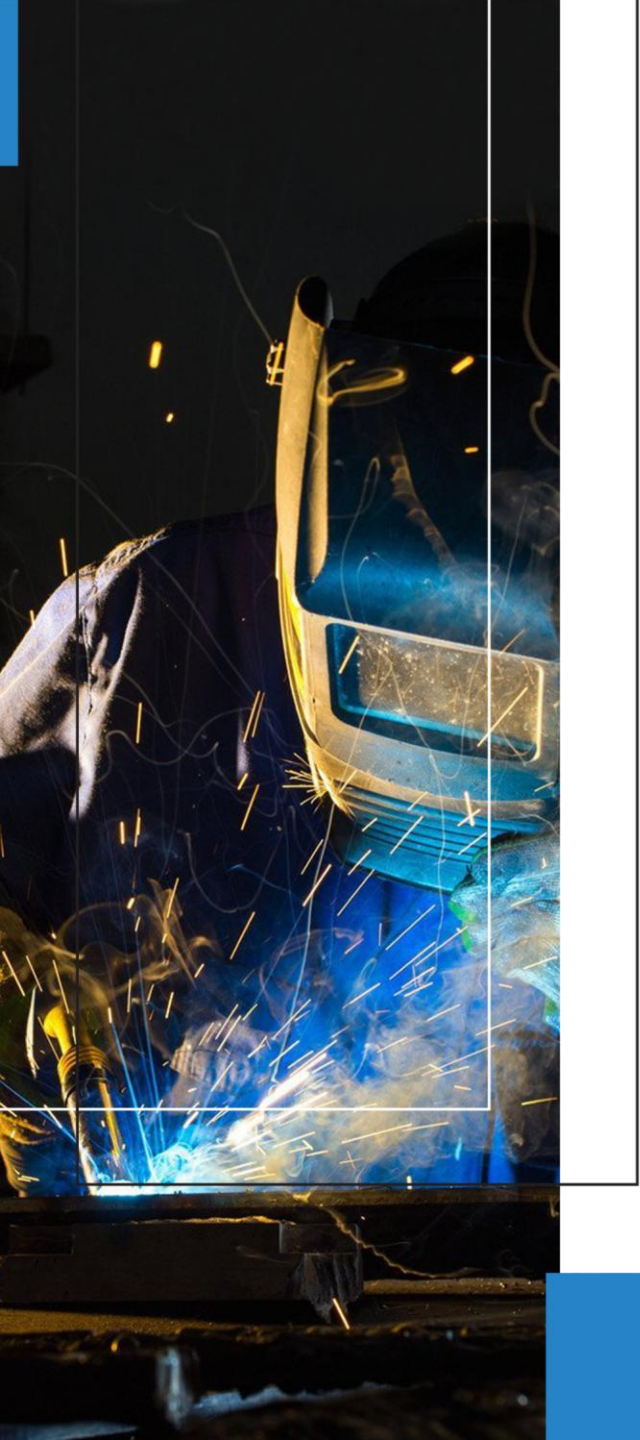
นิกเกิลในทางการค้าจะเป็นโลหะที่มีนิกเกิลไม่น้อยกว่า 93% โดยน้ำหนัก ซึ่งแบ่งเป็นชั้นคุณภาพต่าง ๆ ตามปริมาณส่วนผสมของนิกเกิลและธาตุที่ผสมในโลหะ ซึ่งมีชนิดต่าง ๆ ดังนี้

A นิกเกิล (A Nickel)

เป็นนิกเกิลบริสุทธิ์ทางการค้า ที่มีส่วนผสมของนิกเกิลรวมกับโคบอลต์ ไม่น้อยกว่า 99% โดยน้ำหนัก แต่สำหรับ A นิกเกิลหล่อจะผสมซิลิคอน 2% เพื่อช่วยเพิ่มคุณสมบัติการไหลตัวของน้ำโลหะหล่อ นิกเกิลชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อนที่ดีด้วย สำหรับโลหะ A นิกเกิล นิยมนำไปใช้ทำขดลวดความร้อน

D นิกเกิล และ E นิกเกิล (D Nickel และ E Nickel)

D นิกเกิลจะมีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ประมาณ 4.5% ส่วน E นิกเกิลจะมีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ประมาณ 2% โดยน้ำหนัก แมงกานีสจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนภายใต้บรรยากาศของกำมะถันที่อุณหภูมิสูงได้ นิกเกิลชนิดนี้เหมาะสำหรับนำไปทำหัวเทียนรถยนต์ สำหรับนิกเกิลทั่ว ๆ ไปไม่ควรใช้งานในบรรยากาศที่มีกำมะถันสูง เพราะจะทำให้ละลายและแตกตัวเมื่อร้อน



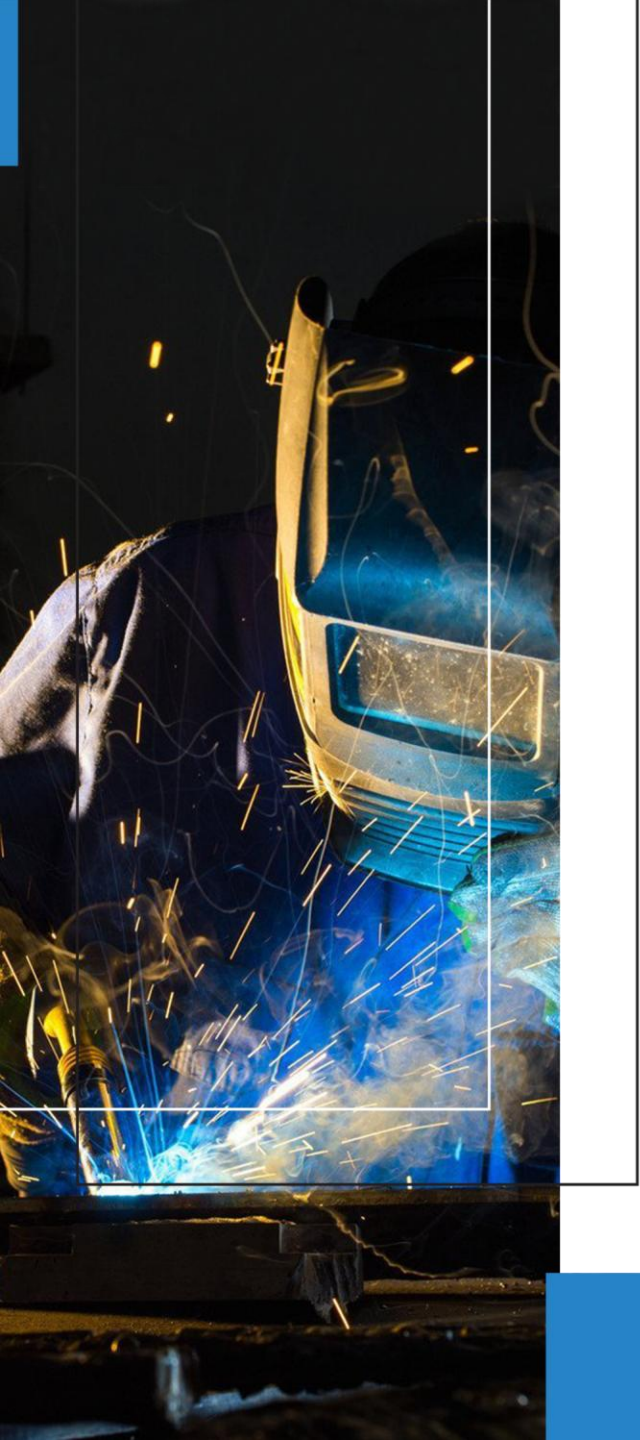
โลหะหนัก

เพอร์มานิกเกิล (Permanickel)

เป็นนิกเกิลที่ผสมแมกนีเซียมและไทเทเนียมลงไป ซึ่งจะทำให้มีความแข็งแรงสูง มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี และสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านความแข็งโดยวิธีทางความร้อนได้ และยังมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีพอสมควร เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงสูงมาก เช่น เฟลา ก้านสูบปรับ และไดอะแฟรม เป็นต้น

ดิวรานิกเกิล (Duranickel)

เป็นนิกเกิลที่มีธาตุอะลูมิเนียมผสมอยู่ประมาณ 4.5% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังผสมธาตุอื่นที่สำคัญ ได้แก่ ไทเทเนียม และซิลิคอน ซึ่งธาตุดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้สูงขึ้น และยังสามารถปรับปรุงความแข็งได้โดยวิธีทางความร้อน โลหะชนิดนี้มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและมีความแข็งแรงสูง แต่คุณสมบัติของการเป็นแม่เหล็กและการนำไฟฟ้าไม่ดีนัก การใช้งานโดยทั่วไปจะเหมือนกับเพอร์มานิกเกิล



โลหะหนัก

โมเนล (Monel)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับทองแดง ซึ่งจะมีส่วนผสมของนิกเกิลต่อทองแดงประมาณ 2 : 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งทองแดงที่ผสมเข้าไปนี้จะทำให้ราคาลดลง ขึ้นรูปง่าย และมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของกรด ต่างและเกลือได้ดี และยังมีคุณสมบัติทางกลสูงกว่าทองเหลืองและบรอนซ์

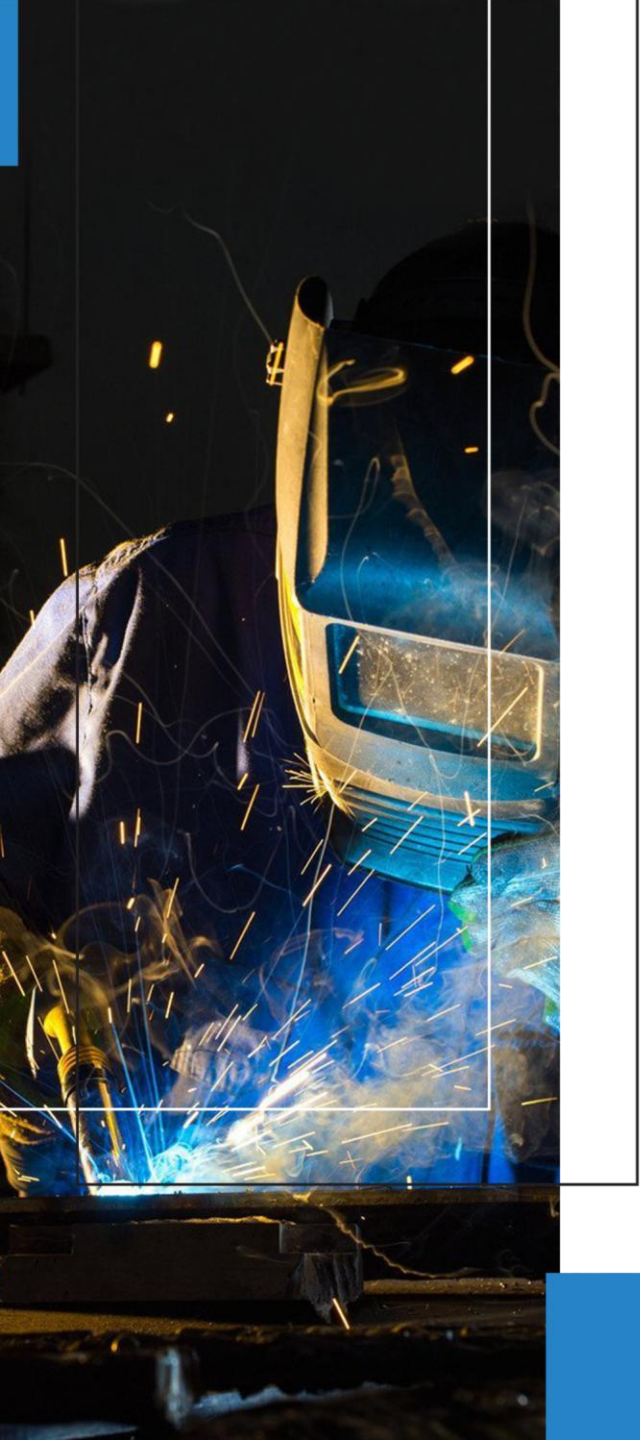
อินโคเนล (Inconel)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิล - โครเมียม - เหล็ก (76 : 16 : 8) มีคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพคล้ายกับโมเนลมาก แต่ราคาจะสูงกว่า โลหะชนิดนี้将有ความแข็งแรงสูง ต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีทนต่อการแตกหักเมื่อได้รับแรงกระแทก และไม่เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง จึงนิยมนำไปใช้ทำอุปกรณ์สำหรับทำอาหาร เครื่องอบ เครื่องพลาสติกเจียรไรซ์ และถังเก็บน้ำมัน และยังใช้กับงานที่ได้รับความร้อนสลับความเย็น สลับไปมาได้ จึงใช้นำไปทำอุปกรณ์ในเตาอบชุบโลหะ

แฮสเทลลอย (Hastelloy)

เป็นโลหะผสมนิกเกิลที่นิยมใช้งานที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีหลายชนิด ได้แก่

- แฮสเทลลอย A (นิกเกิล 57%, โมลิบดีนัม 20% และเหล็ก 20%) และแฮสเทลลอย B (นิกเกิล 62%, โมลิบดีนัม 28%, เหล็ก 5% และคาร์บอน 1%) โลหะชนิดนี้เมื่อผ่านการทำงานแบบเย็นแล้ว จะทำให้มีความแข็งแรงและความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และยังมีมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก จึงนิยมใช้ทำอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมเคมี



โลหะหนัก

- แอสเทลอยด์ C (นิกเกิล 54%, โมลิบดีนัม 17%, โครเมียม 15%, เหล็ก 5%, และทังสเตน 4%) เหมาะสำหรับใช้กับบรรยากาศที่มีการทำปฏิกิริยาและอุณหภูมิสูงประมาณ $1,200^{\circ}\text{C}$ จึงเหมาะสำหรับใช้ในการทำชิ้นส่วนของเตาทางอุตสาหกรรม และชิ้นส่วนของเครื่องบินที่ต้องใช้งานกับอุณหภูมิสูง ๆ เช่น ท่อทางของเครื่องยนต์ ใบพัดเทอร์โบ เป็นต้น
- แอสเทลอยด์ D (นิกเกิล 85%, ซิลิคอน 10%, ทองแดง 3%, แมงกานีส 1% และอะลูมิเนียม 1%) ซิลิคอนจะทำให้การไหลตัวของน้ำโลหะดี แต่จะตกแต่งด้วยเครื่องจักรกลค่อนข้างยากและผิวสุดท้ายจะต้องนำไปเจียรระไน โลหะชนิดนี้มีคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี นิยมใช้ทำท่อและข้อต่อต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเคมี

อิลเลียม (Ilium)

เป็นโลหะผสมประกอบด้วยธาตุ นิกเกิล-โครเมียม-โมลิบดีนัม และทองแดง โลหะชนิดนี้มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของกรดดินประสิว และกรดกำมะถันเข้มข้นได้ดีมาก

ไนโครม (Nichrome)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับโครเมียม โลหะชนิดนี้มีความต้านทานไฟฟ้าสูงมาก และรักษาความแข็งแรงไว้ได้ แม้ว่าจะใช้งานที่อุณหภูมิสูงก็ตาม นิยมใช้ทำเป็นลวดความต้านทาน

โลหะหนัก



สังกะสี (Zinc : Zn)

เป็นโลหะที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นิยมมากในการทำชิ้นส่วนเครื่องใช้สอย และเครื่องตกแต่งต่าง ๆ ที่ทำด้วยโลหะ คุณสมบัติของสังกะสีมีหลายประการ เช่น มีคุณสมบัติการหลอมละลายต่ำ ง่ายต่อการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักร มีความต้านทานต่อการเกิดสนิม มีความแข็งแรงสูงพอใช้ สามารถนำไปเคลือบผิวโลหะชนิดอื่นเพื่อให้สวยงาม มีความคงทน และราคาไม่แพงนัก การแบ่งชนิดของสังกะสี โดยทั่วไปจะแบ่งตามความบริสุทธิ์ และคุณภาพของสังกะสีที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมีดังนี้

1. สังกะสีขึ้นรูป จะเป็นสังกะสีที่ขึ้นรูปให้มีลักษณะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานส่วนใหญ่สังกะสีชนิดนี้ค่อนข้างบริสุทธิ์ ซึ่งอาจมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย แต่เป็นส่วนน้อย

ตะกั่วและแคดเมียม เป็นธาตุที่ช่วยทำให้สังกะสีเกิดการกัดกร่อนอย่างสม่ำเสมอทั่วถึงกันนอกจากนี้แล้วแคดเมียมจะทำให้สังกะสีมีความแข็งแรงกว่าการผสมตะกั่วเข้าไปเพียงอย่างเดียว

ทองแดง ผสมได้ระหว่าง 0.85 - 1.25% เพื่อช่วยให้สังกะสีมีความแข็งแรงดีขึ้นนอกจากนี้ยังอาจเติมแมกนีเซียมลงไปเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และเติมไทเทเนียม เพื่อช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดการครีป* (Creep)

การใช้งานของสังกะสีขึ้นรูป โดยทั่วไปนิยมใช้ทำสังกะสีลอน สังกะสีแผ่น รางน้ำแผ่นป้ายชื่อ เป็นต้น

โลหะหนัก

2. สังกะสีหล่อ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน มีลักษณะเป็นรูปพรรณต่าง ๆ หรือผ่านการหล่อ สำหรับ สังกะสีหล่อมักจะผสมธาตุที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ

ทองแดง จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงดึงให้กับสังกะสี และเมื่อรวมเข้ากับอะลูมิเนียมจะทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ทองแดงที่ผสมไม่ควรเกิน 3.5% เพราะถ้ามีมากกว่านั้น จะทำให้สังกะสีมีการไหลตัวไม่ดีขณะทำการหล่อ

อะลูมิเนียม จะผสมในสังกะสีระหว่าง 3.5 - 4.5% เพื่อช่วยให้ความแข็งแรง และความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยให้ คุณสมบัติการไหลตัวในขณะทำการหล่อดีขึ้น

แมกนีเซียม จะผสมในสังกะสีอยู่ระหว่าง 0.30 - 1.0% เพื่อช่วยลดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของโลหะสังกะสีได้

สำหรับสังกะสีหล่อที่ได้จากการหล่อในแบบพิมพ์ที่ใช้แรงดันไม่สูงมากนัก ส่วนมากมักใช้สังกะสีที่บริสุทธิ์มาหล่อ ซึ่งจะทำให้สังกะสีมีรูปพรุนไม่มากนัก เนื้อแน่นดี มีขนาดที่แน่นอน และสามารถหล่อให้เป็นชิ้นบาง ๆ ได้

สังกะสีนิยมนำมาเคลือบผิวของโลหะชนิดอื่น เพื่อป้องกันการผุกร่อนและเพิ่มความคงทน สวยงาม เช่น ลวดเหล็ก เหล็กแผ่นทำถังเก็บน้ำ สังกะสีมุงหลังคา รางน้ำ เป็นต้น การเคลือบสังกะสีบนแผ่นโลหะอื่นโดยทั่วไปนิยมทำโดยวิธีการชุบ ร้อน เพราะสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่องได้

โลหะหนัก



ตะกั่ว (Lead : Pb)

เป็นโลหะที่มีลักษณะเป็นสีขาว มีจุดหลอมต่ำ (237°C) จึงจัดไว้ในกลุ่มโลหะขาว ทนต่อการกัดกร่อนต่าง ๆ ได้ดีมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งทนต่อการกัดตะกั่ว เป็นโลหะที่สำคัญมากในงานอุตสาหกรรม จะถูกนำไปใช้ผลิตหม้อแบตเตอรี่ โดยใช้ตะกั่วทำเป็นแผ่นธาตุ สารประกอบของตะกั่วใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทนให้สูงขึ้น และป้องกันการน็อกของเครื่องยนต์

ประโยชน์ของตะกั่ว ใช้ทำภาชนะบรรจุน้ำกรด ทำแผ่นแบตเตอรี่ ทำโลหะผสมสายเคเบิลทำโลหะแข็ง ทำสีขาว เนื่องจากตะกั่วมีน้ำหนักมาก จึงนิยมใช้เป็นน้ำหนักถ่วงความสมดุลของล้อรถยนต์ และมีความหนาแน่นสูงมาก จึงเหมาะที่จะใช้เป็นฉากป้องกันรังสีต่างๆ ในการแพทย์ และในการทดสอบงานเชื่อม

โทษของตะกั่วมีหลายชนิด การทำงานกับตะกั่วต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก อย่าสูดไอตะกั่วหลอมเหลวเข้าไป เพราะตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะเป็นอันตราย อาจเสียชีวิตได้ และตะกั่วยังสามารถซึมเข้าสู่ผิวหนังได้อีกด้วย ถ้าเด็กได้รับพิษของตะกั่วจะทำให้เด็กกลายเป็นเด็กปัญญาอ่อน

โลหะหนัก

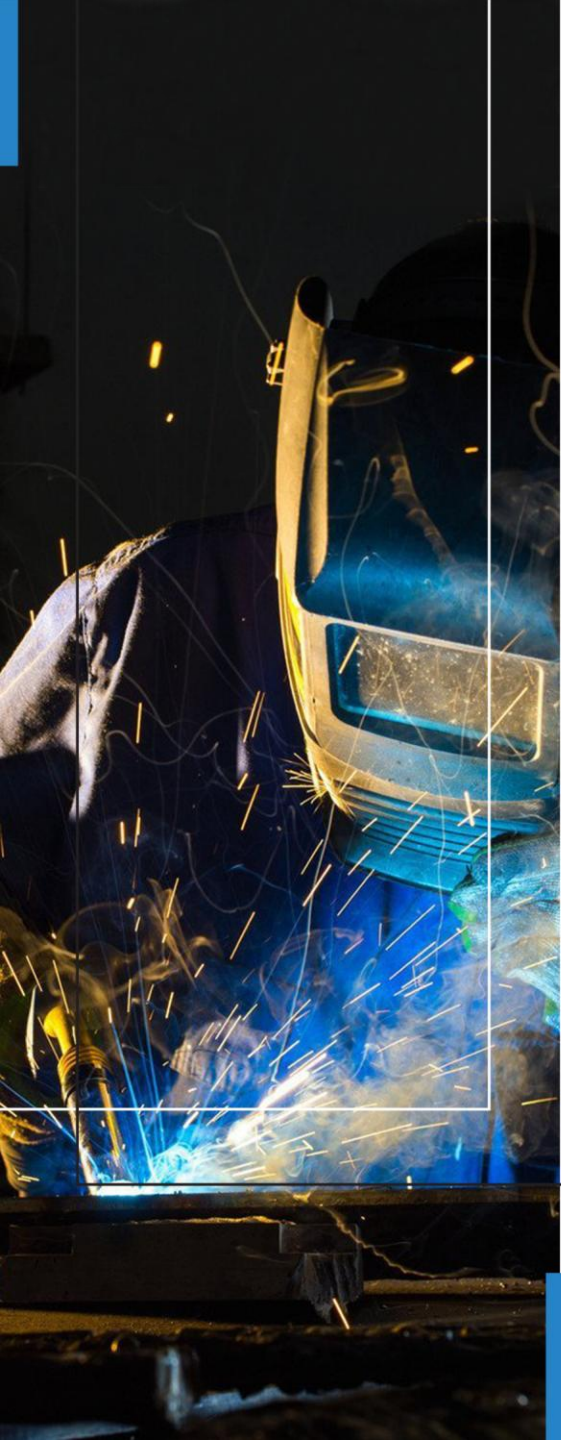


ดีบุก (Tin : Sn)

เป็นโลหะสีขาวและอ่อน จัดเป็นโลหะขาวเช่นเดียวกับตะกั่ว มีจุดหลอมเหลวต่ำ (232°C) นิยมใช้ทำเป็นโลหะบัดกรี นอกจากนี้ยังใช้ผสมกับโลหะอื่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม และตะกั่ว เป็นต้น

คุณสมบัติที่สำคัญของดีบุกมีหลายประการด้วยกัน เช่น มีจุดหลอมละลายต่ำ ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีคุณสมบัติหล่อลื่นดี และไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ จึงนำมาใช้เคลือบแผ่นเหล็ก หรือโลหะชนิดอื่น ทำเป็นภาชนะบรรจุอาหาร ประมาณ 50% ของดีบุกที่ใช้งาน จะนำมาเคลือบโลหะอื่นเพื่อป้องกันการกัดกร่อน และนอกจากนี้ยังทำเป็นแผ่นบาง ๆ สำหรับห่ออาหารได้อีกด้วย

โลหะบัดกรีที่ใช้ในงานบัดกรีอ่อน (Soldering) จะเป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุกซึ่งเป็นโลหะผสมที่มีอุณหภูมิหลอมละลายต่ำ สามารถประสานโลหะให้ติดเข้าด้วยกัน รอยต่อจะมีความแข็งแรง



โลหะหนัก

โลหะดีบุกผสมและโลหะตะกั่วผสม นิยมใช้ทำแบตเตอรี่ จึงมีชื่อเรียกว่า โลหะแบรีง ซึ่งมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้

1. มีความแข็งแรงสูง ทนต่อแรงกดของเพลลาได้ดี
2. ทนต่อแรงกระแทกได้ดี
3. ทนต่อการเสียดสีและการสึกหรอได้ดี
4. มีอุณหภูมิการหลอมละลายต่ำและหล่อได้ง่าย
5. ทนต่อการกัดกร่อน เนื่องจากน้ำมันหล่อลื่นได้ดี
6. สามารถรักษาคุณสมบัติทางกลได้ดี ถึงแม้ว่าจะใช้งานที่อุณหภูมิสูง

โลหะเบา

โลหะเบา (Light Metals) ที่เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 กก./ดม.³ ที่ใช้งาน และรู้จักกันทั่วไป เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เป็นต้น



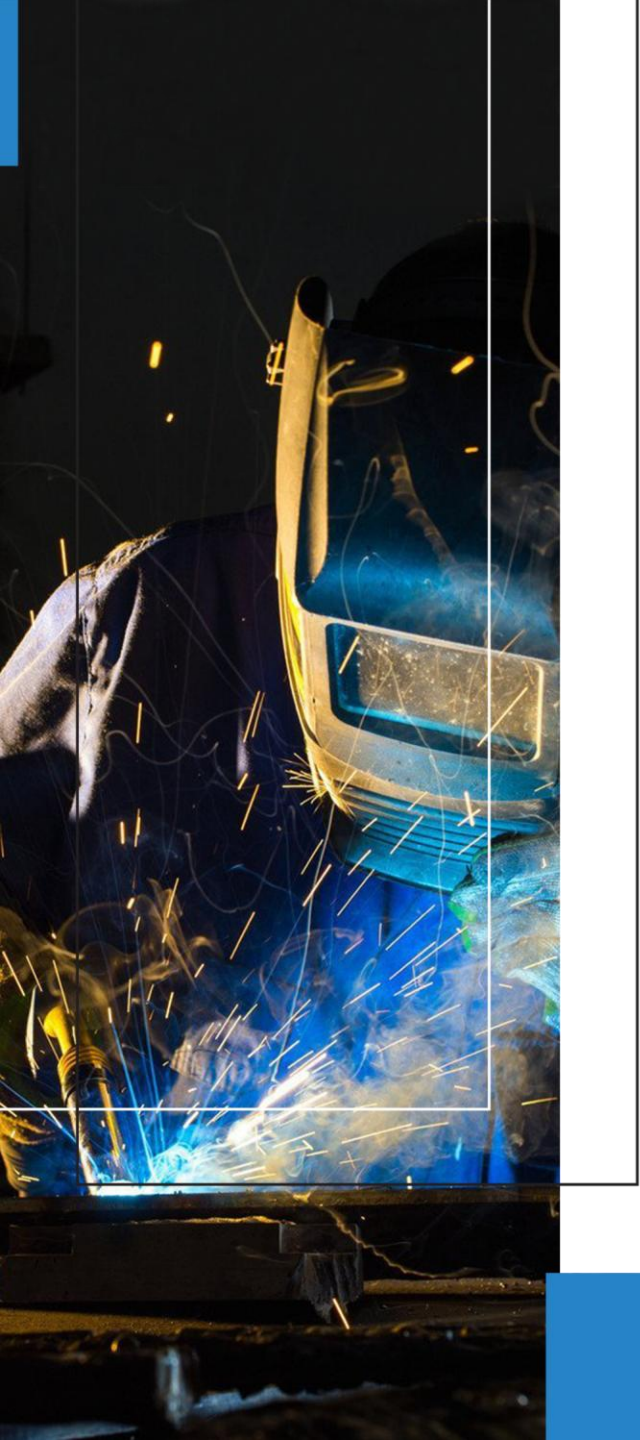
อะลูมิเนียม (Aluminium : Al)

โลหะเบา (Light Metals) ที่เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 กก./ดม.³ ที่ใช้งาน และรู้จักกันทั่วไป เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เป็นต้น

เป็นโลหะที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย มีน้ำหนักเบา (2.7 กก./ดม.³) และมีจุดหลอมเหลวต่ำ (658°C) คุณสมบัติที่สำคัญของอะลูมิเนียมมีหลายประการ มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียวสูง สามารถนำไปขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ได้โดยง่าย เนื่องจากมีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ จึงทำให้ง่ายต่อการหล่อ มีความสามารถเพียง 62% เมื่อเทียบกับทองแดงนิยมใช้ทำสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เพราะมีน้ำหนักเบา มีคุณสมบัติการนำความร้อนสูง และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย จึงใช้ทำภาชนะหุงต้มอาหาร และมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนในบรรยากาศได้ดี

การกำหนดสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม

สัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม ตามที่สมาคมอะลูมิเนียมแห่งอเมริกา* ได้กำหนดขึ้น แบ่งเป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภท คือ อะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็น และอะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นผสม



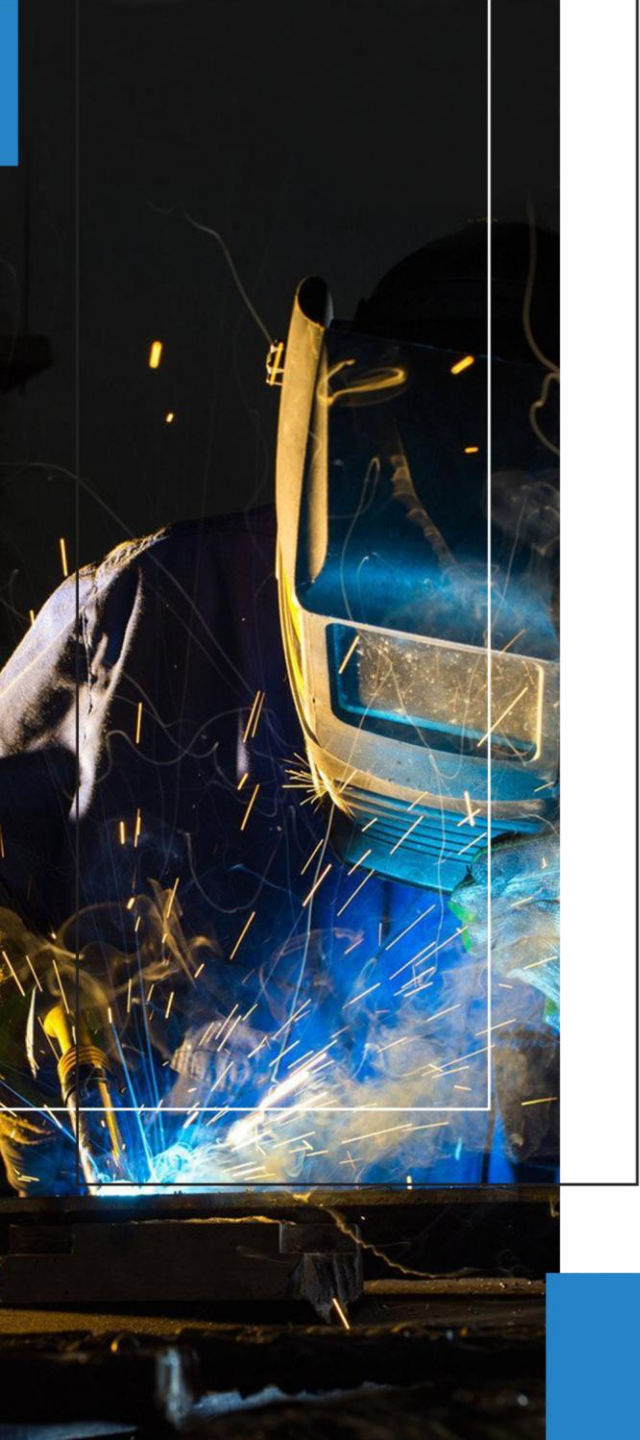
โลหะเบา

สัญลักษณ์	ธาตุที่ผสม
1XXX	อะลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0%
2XXX	ทองแดง
3XXX	แมงกานีส
4XXX	ซิลิคอน
5XXX	แมกนีเซียม
6XXX	แมกนีเซียมและซิลิคอน
7XXX	สังกะสี
8XXX	ธาตุอื่นๆ

แสดงตัวเลขสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียมผสมขึ้นรูป

ตัวเลขหลักที่สอง แสดงส่วนผสมอื่นเพิ่มเติมเข้าไป โดยใช้ตัวเลข 1 - 9

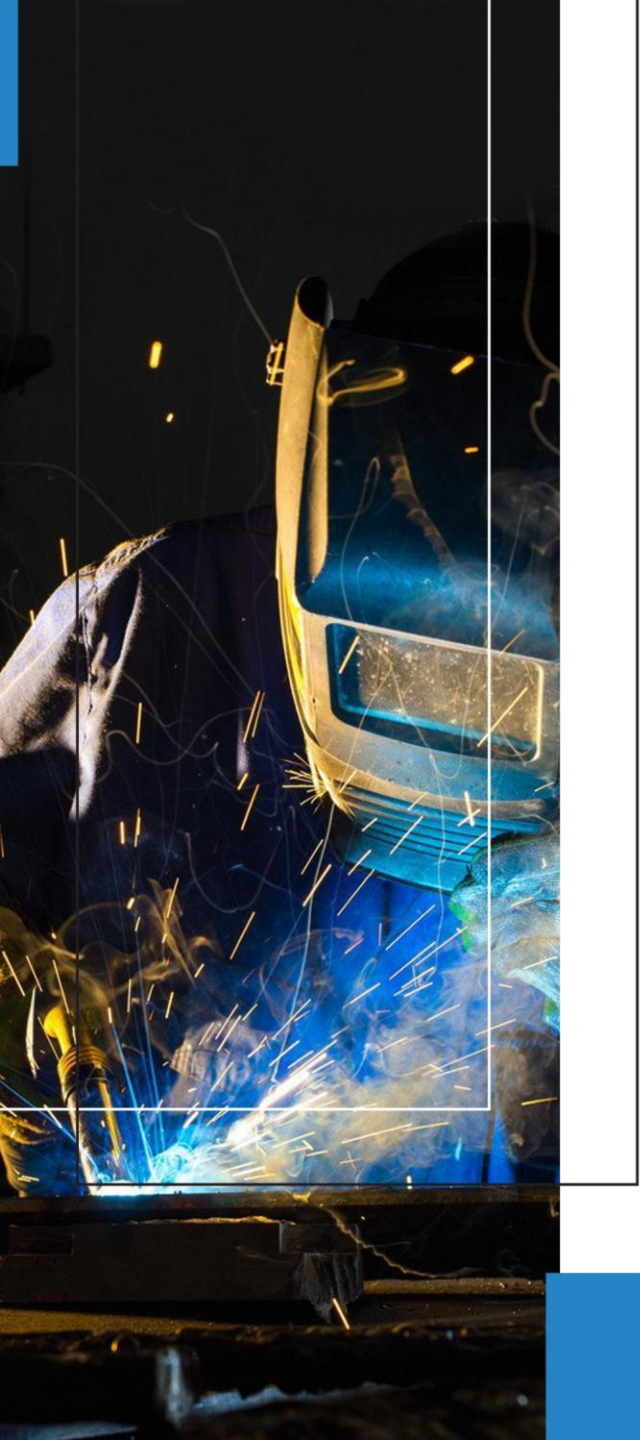
ตัวเลขหลักที่สามและสี่ แสดงถึงส่วนผสมที่แตกต่างกันของโลหะผสมชนิดย่อย ๆ ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน รายละเอียดส่วนผสมของอะลูมิเนียมชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง



โลหะเบา

ชนิดอะลูมิเนียม	ส่วนผสม (%)						
	ทองแดง	แมกนีเซียม	ซิลิคอน	แมงกานีส	สังกะสี	โครเมียม	อื่น ๆ
1060							99.60 Al
1100							99.00 Al
2011	5.5						0.5 Pb
2014	4.4	0.5	0.8	0.8			
2017	4.0	0.5		0.7			
2024	4.4	1.5		0.6			
2218	4.0	1.5					2.0 Ni
3003	0.12			1.2			
3004		1.0	12.2				0.9 Ni
5005		0.8					
5050		1.4					
5056		5.1		0.12		0.12	
5154		3.5				0.25	

แสดงส่วนผสมของอะลูมิเนียม



โลหะเบา

ชนิด อะลูมิเนียม	ส่วนผสม (%)						
	ทองแดง	แมกนีเซียม	ซิลิคอน	แมงกานีส	สังกะสี	โครเมียม	อื่น ๆ
5454		2.8		0.8		0.12	
5456		5.1		0.8		0.12	
6003		1.2	0.7				
6061	0.27	1.0	0.6			0.2	
6063		0.7	0.4				
6068	0.9	1.1	1.3	0.9			
6151		0.6	0.9			0.15	
6262	0.27	1.0	0.6			0.09	0.55 Pb 0.55 Bi
7001	2.1	3.0			1.4	0.3	
7075	1.6	2.5			5.6	0.3	
7079	0.6	3.3		0.2	4.3	0.2	
7178	2.0	2.7			6.8	0.3	

โดยปกติอะลูมิเนียมบริสุทธิ์นั้นจะมีความแข็งแรงไม่มากนัก แต่มีความเหนียวมาก ดังนั้นสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกลของอะลูมิเนียมให้ดีขึ้นได้ โดยการผสมธาตุบางอย่างลงไป เช่น ทองแดง แมงกานีส ซิลิคอน แมกนีเซียม สังกะสี เป็นต้น

โลหะเบา



แมกนีเซียม (Magnesium : Mg)

เป็นโลหะเบาอีกชนิดหนึ่ง เบาประมาณครึ่งหนึ่งของอะลูมิเนียม และจัดว่าเป็นโลหะที่เบาที่สุดที่ใช้ในงานวิศวกรรม (ลิเทียมเป็นโลหะที่เบาที่สุดในโลก) แมกนีเซียมบริสุทธิ์เป็นโลหะโครงสร้างไม่ได้เลย เพราะมีความแข็งแรงน้อยมาก

คุณสมบัติที่สำคัญของแมกนีเซียมมีหลายประการ ได้แก่ มีความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูงมากทำหน้าที่เป็นตัวลดออกซิเจน และกำมะถันในการผลิตนิกเกิล และทองแดงผสม มีความสามารถในการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ดี แต่มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของบรรยากาศที่เป็นเกลือและน้ำทะเลได้ต่ำ ติดไฟได้ง่าย และจะได้เปลวไฟดี ซึ่งนิยมใช้ในการทำพลุ นิยมใช้ในอุตสาหกรรม หลายชนิดเช่น ใช้สร้างจรวด เครื่องบิน ล้อและกระบะรถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องทอผ้า และเครื่องพิมพ์ดีด เป็นต้น

แมกนีเซียมที่ใช้กันในทางวิศวกรรมเกือบทุกชนิดเป็นแมกนีเซียมผสม ซึ่งจะผสมธาตุที่สำคัญ ได้แก่ แมงกานีส อะลูมิเนียม สังกะสี ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้นิยมผสมกับแมกนีเซียม แต่บางครั้งต้องการคุณสมบัติพิเศษอื่นบางอย่าง อาจจะผสมธาตุอื่นลงไปเล็กน้อย เช่น เซอร์โคเนียม ซีเรียม ทอเรียม และเบริลเรียม เป็นต้น

โลหะเบา

สัญลักษณ์ของแมกนีเซียม

มาตรฐานตาม ASTM B 275-61 และ B 296-61 ได้กำหนดสัญลักษณ์ของแมกนีเซียมตามธาตุที่ผสมอยู่ดังนี้

X X X

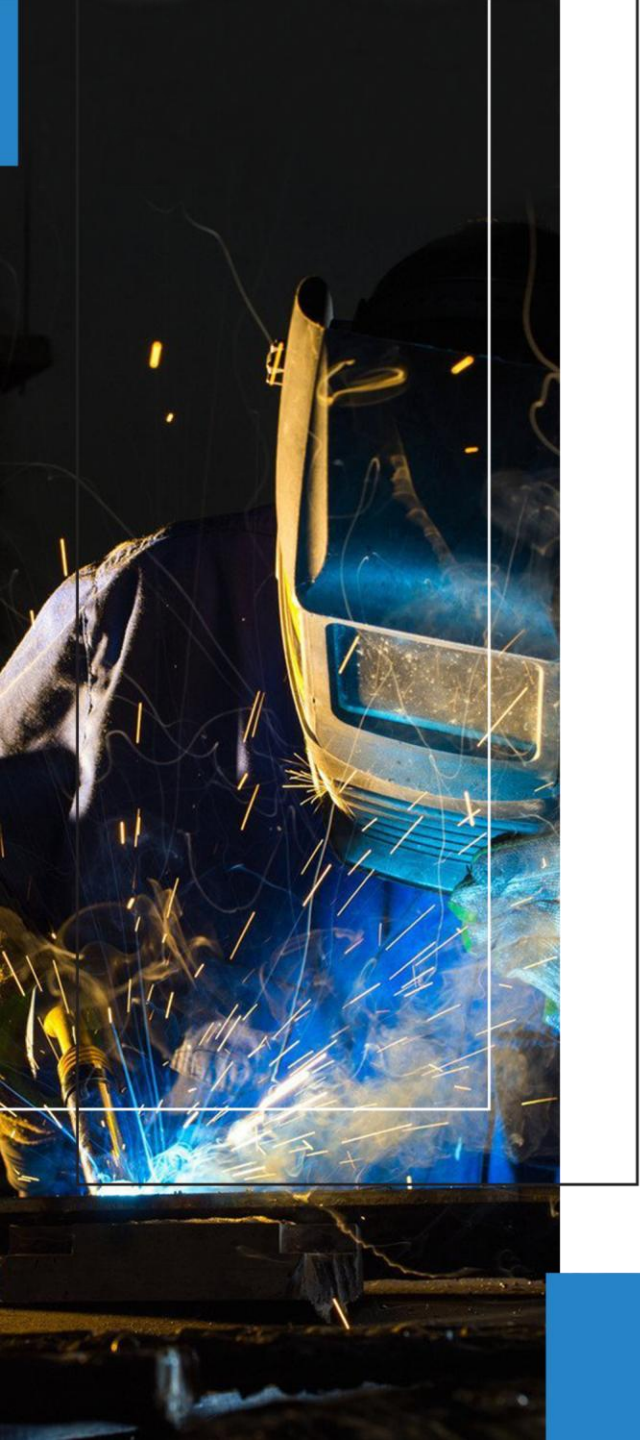
→ อักษร 1 ตัว แสดงความแตกต่างของโลหะผสม

→ ตัวเลข 2 หลัก แสดงส่วนผสมของธาตุหลัก

- หลักที่ 1 แสดงปริมาณของธาตุผสมตัวแรก

- หลักที่ 2 แสดงปริมาณของธาตุผสมตัวที่สอง

→ อักษรไม่เกิน 2 ตัว เป็นสัญลักษณ์ของธาตุผสมหลัก



โลหะเบา

อักษร	ธาตุผสม	อักษร	ธาตุผสม
A	อะลูมิเนียม	M	แมงกานีส
B	บิทัม	N	นิกเกิล
C	ทองแดง	P	ตะกั่ว
D	แคดเมียม	Q	เงิน
E	แรเอิร์ท	R	โครเมียม
F	เหล็ก	S	ซิลิคอน
G	แมกนีเซียม	T	ดีบุก
H	ทอเรียม	Y	พลวง
K	เซอร์โคเนียม	Z	สังกะสี
L	เบริลเลียม		

แสดงอักษรที่ใช้แทนธาตุผสมหลัก

ตัวอย่างสัญลักษณ์

A Z 9 1 A

จากสัญลักษณ์ หมายถึง โลหะแมกนีเซียมที่มีอะลูมิเนียมและสังกะสีผสมเป็นธาตุหลักซึ่งมีอะลูมิเนียมผสมอยู่ 9% และมีสังกะสีผสมอยู่ 1%

