

คุณสมบัติของธาตุต่างๆ ที่ผสมในลวดเชื่อมโลหะ

โดย เสกสรร สาธุธรรม

ในลวดเชื่อมโลหะนั้นประกอบด้วยส่วนผสมของคุณสมบัติของธาตุต่าง ๆ ซึ่งเมื่อผสมลงไปในเหล็ก (Fe) แล้วจะปรับปรุงคุณสมบัติได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ธาตุที่มีใช้ผสมอยู่ได้แก่

C Al B Be Ca Ce Co Cr Cu Mn

Mo N Ni O Pb P S Si Ti V W

คาร์บอน (Carbon) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ C

เป็นธาตุที่สำคัญที่สุด จะต้องผสมอยู่ในเนื้อเหล็ก มีคุณสมบัติทำให้เหล็กแข็งเพิ่มขึ้น หลังจากนำไปอบชุบ (Heat Treatment) โดยรวมตัวกับเนื้อเหล็ก เป็นสารที่เรียกว่า มาร์เทนไซต์ (Martensite) และซีเมนไตต์ (Cementite) นอกจากนั้น คาร์บอนยังสามารถรวมตัวกับเหล็ก และธาตุอื่น ๆ กลายเป็นคาร์ไบด์ (Carbide) ซึ่งจะช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการสึกหรอของเหล็ก อย่างไรก็ตาม คาร์บอนจะลดความยืดหยุ่น (Elasticity) ความสามารถในการตีขึ้นรูป (Forging) และความสามารถในการเชื่อม (Welding) และไม่มีผลต่อความต้านทานการกัดกร่อน

อลูมิเนียม (Aluminium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Al

เป็นธาตุที่นิยมใช้เป็นตัวไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน (Deoxidizer และ Denitrizer) มากที่สุด ซึ่งผสมอยู่เล็กน้อยในเหล็ก จะมีผลทำให้เนื้อละเอียดขึ้น เมื่อใช้ผสมลงในเหล็กที่จะนำไปผ่านกระบวนการอบชุบแข็ง โดยวิธีไนไตรดิง (Nitriding) ทั้งนี้เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถรวมตัวกับไนโตรเจน เป็นสารที่แข็งแรง ใช้ผสมลงในเหล็กทนความร้อนบางชนิด เพื่อให้ต้านทานต่อการตกสะเก็ด (Scale) ได้ดีขึ้น

โบรอน (Boron) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ B

ช่วยเพิ่มความสามารถชุบแข็งแก่เหล็ก ที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรทั่วไป จึงทำให้ใจกลางของงานที่ทำด้วยเหล็กชุบผิวแข็ง มีความแข็งสูงขึ้น โบรอนสามารถดูดกลืนนิวตรอนได้สูง จึงนิยมเติมในเหล็กที่ใช้ทำจากแก๊สนิวเคลียร์

เบริลเลียม (Beryllium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Be

สปริงนาฬิกาซึ่งต้องต่อต้านอำนาจแม่เหล็ก และรับแรงแปรอยู่ตลอดเวลา นั้น ทำจากทองแดงผสมเบริลเลียม (Beryllium-Coppers Alloys) โลหะผสมนิกเกิล-เบริลเลียม (Ni-Be Alloys) แข็งมาก ทนการกัดกร่อนได้ดี ใช้ทำเครื่องมือผ่าตัด

แคลเซียม (Calcium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ca

แคลเซียมจะใช้ในลักษณะแคลเซียมซิลิไซด์ (CaSi) เพื่อลดออกซิเดชัน (Deoxidation) นอกจากนี้ แคลเซียม ยังช่วยเพิ่มความต้านทานการเกิดสเกลของวัสดุที่ใช้เป็นตัวนำความร้อน

ซีเรียม (Cerium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ce

เป็นตัวลดออกซิเจนและกำมะถันได้ดี ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้าน Hot Working ของเหล็กกล้า และปรับปรุงความต้านทานการเกิดสเกลของเหล็กทนความร้อน

โคบอลต์ (Cobalt) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Co

ไม่ทำให้เกิดคาร์ไบด์ แต่สามารถป้องกันไม่ให้เหล็กเกิดเนื้อหยาบที่อุณหภูมิสูง ดังนั้น จึงช่วยปรับปรุงให้เหล็กมีความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ด้วยเหตุนี้ จึงใช้ผสมในเหล็กขึ้นรูปงานร้อน เหล็กทนความร้อน และเหล็กไฮสปีด ธาตุโคบอลต์เมื่อได้รับรังสีนิวตรอนจะเกิดเป็น โคบอลต์ 60 ซึ่งเป็นสารกัมมันตภาพรังสีอย่างรุนแรง ดังนั้น จึงไม่ควรเติมโคบอลต์ลงในเหล็กที่ใช้ทำเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

โครเมียม (Chromium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Cr

ทำให้เหล็กอบชุบได้ง่ายขึ้น เพราะลดอัตราการเย็นตัววิกฤตลงอย่างมาก สามารถชุบในน้ำมันหรืออากาศได้ (Oil or Air Quenching) เพิ่มความแข็งให้เหล็ก แต่ลดความทนทานต่อแรงกระแทก (Impact) ลง โครเมียมที่ผสมในเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เป็นสารประกอบพวกคาร์ไบด์ ซึ่งแข็งแรง ดังนั้น จึงทำให้เหล็กทนทานต่อแรงเสียดสี และบริเวณที่เป็นรอยคมหรือความคมไม่ลบง่าย ทำให้เหล็กเป็นสนิมได้ยาก เพิ่มความแข็งแรงของเหล็กที่ใช้งานที่อุณหภูมิสูง เพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

ทองแดง (Copper) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Cu

เพิ่มความแข็งแรง ถ้ามีทองแดงผสมอยู่ในเหล็กแม่เพียงเล็กน้อย เหล็กจะไม่เกิดสนิมเมื่อใช้งานในบรรยากาศ ทองแดงจะไม่มีผลเสียต่อความสามารถในการเชื่อมของเหล็กแต่อย่างไร

แมงกานีส (Manganese) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Mn

ใช้เป็นตัวไล่กำมะถัน (S) ซึ่งเป็นตัวที่ไม่ต้องการในเนื้อเหล็ก จะถูกกำจัดออกในขณะที่หลอม ทำให้เหล็กอบชุบแข็งง่ายขึ้น เนื่องจากเป็นตัวลดอัตราการเย็นตัววิกฤต (Critical Cooling Rate) ทำให้เหล็กทนทานต่อแรงดึงได้มากขึ้น เพิ่มสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเหล็กเมื่อถูกความร้อน แต่จะลดคุณสมบัติในการเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อน นอกจากนั้น แมงกานีสยังมีอิทธิพลต่อการขึ้นรูปหรือเชื่อม เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณแมงกานีสเพิ่มขึ้น จะทนต่อการเสียดสีได้ดีขึ้นมาก

โมลิบดีนัม (Molybdenum) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Mo

ปกติจะใช้ผสมรวมกับธาตุอื่น ๆ เป็นตัวลดอัตราการเย็นตัววิกฤต ทำให้อบชุบง่ายขึ้น ป้องกันการเปราะขณะอบคืนตัว (Temper Brittleness) ทำให้เหล็กมีเนื้อละเอียด เพิ่มความทนทานต่อแรงดึงแก่เหล็กมากขึ้น สามารถรวมตัวกับคาร์บอนเป็นคาร์ไบด์ได้ง่ายมาก ดังนั้น จึงปรับปรุงคุณสมบัติในการตัดโลหะ (Cutting) ของเหล็กไฮสปีดได้ดีขึ้น เพิ่มความต้านทานต่อการกัดกร่อน (Corrosion Resistance) แก่เหล็ก อย่างไรก็ตาม เหล็กที่มีโมลิบดีนัมสูงจะตีขึ้นรูปยาก

ไนโตรเจน (Nitrogen) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ N

ขณะทำไนไตรดิง (Nitriding) ไนโตรเจนจะรวมตัวกับธาตุบางชนิดในเหล็ก เกิดเป็นสารประกอบไนไตรด์ซึ่งทำให้ผิวงานมีความแข็งสูงมาก ด้านทานการสึกหรอได้ดีเยี่ยม

นิกเกิล (Nickel) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ni

เป็นตัวที่เพิ่มความทนทานต่อแรงกระแทกของเหล็ก ดังนั้น จึงใช้ผสมในเหล็กที่จะนำไปชุบแข็งที่ผิว ใช้ผสมกับโครเมียม ทำให้เหล็กทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี ไม่เป็นสนิมง่าย ทนความร้อน

ออกซิเจน (Oxygen) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ O

ออกซิเจนเป็นอันตรายต่อเหล็ก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ชนิด ส่วนผสม รูปร่าง และการกระจายตัวของสารประกอบที่เกิดจากออกซิเจนนั้น ออกซิเจนทำให้คุณสมบัติเชิงกล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความต้านทานแรงกระแทกลดลง (ตามแนวขวาง) และเปราะยิ่งขึ้น

ตะกั่ว (Lead) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Pb

เหล็กฟรีแมชชีนนิ่ง (Free-Machining Steel) มีตะกั่วผสมอยู่ประมาณ 0.20 - 0.50 % โดยตะกั่วจะเป็นอนุภาคละเอียด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอภายในเนื้อเหล็ก เมื่อนำไปกลึง หรือตัดแต่งด้วยเครื่องมือกลทำให้กลึงขาดง่าย จึงทำให้ตัดแต่งได้ง่าย ตะกั่วไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติเชิงกลของเหล็ก

ฟอสฟอรัส (Phosphorus) และกำมะถัน (Sulphur) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ P และ S ตามลำดับ

เป็นตัวทำลายคุณสมบัติของเหล็ก แต่มักผสมอยู่ในเนื้อเหล็กโดยไม่ได้ตั้งใจ ต้องพยายามให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ มักจะเรียกสารเหล่านี้ว่า สารมลทิน (Impurities) เหล็กเกรดสูงจะต้องมีฟอสฟอรัสไม่เกิน 0.03 - 0.05 % ส่วนกำมะถันจะทำให้เหล็กเกิด Red Shortness จึงแตกเปราะง่าย โดยทั่วไปจึงจำกัดปริมาณกำมะถันในเหล็กไม่เกิน 0.025 หรือ 0.03 % ยกเว้น เหล็กฟรีแมชชีนนิ่ง (Free Machining) ที่เติมกำมะถันถึง 0.30 % เพื่อให้เกิดซัลไฟด์ขนาดเล็กกระจายทั่วเนื้อเหล็ก ทำให้กลึงขาดง่าย จึงตัดแต่งด้วยเครื่องมือกลได้ง่าย

ซิลิคอน (Silicon) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Si

ซิลิคอนจะปรากฏในเหล็กทุกชนิด เนื่องจากสินแร่เหล็กมักมีซิลิคอนผสมอยู่ด้วยเสมอ ซิลิคอนไม่ใช่โลหะ แต่มีสภาพเหมือนโลหะ ใช้เป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิไดซิง (Oxidizing) ทำให้เหล็กแข็งแรงและทนทานต่อการเสียดสีได้ดีขึ้น เพิ่มค่าแรงดึงที่จุดคราก (Yield Point) ของเหล็กให้สูงขึ้นมาก ดังนั้น จึงใช้ผสมในการทำเหล็กสปริง (Spring Steels) ช่วยทำให้เหล็กทนทานต่อการตกสะเก็ด (Scale) ที่อุณหภูมิสูงได้ดี จึงใช้ผสมในเหล็กทนความร้อน เหล็กกล้าที่มีซิลิคอนสูงจะมีเกรนหยาบ

ไทเทเนียม (Titanium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ti

ไทเทเนียมเป็นโลหะที่แข็งแรงมาก ทำให้เกิดคาร์ไบด์ได้ดี เป็นธาตุผสมที่สำคัญในเหล็กสแตนเลส เพื่อป้องกันการผุกร่อนตามขอบเกรน นอกจากนี้ ไทเทเนียมยังช่วยทำให้เหล็กมีเกรนละเอียด

วานาเดียม (Vanadium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ V

ทำให้เหล็กทนต่อความร้อนได้ดี เพิ่มความแข็งแรงให้กับเหล็ก โดยไม่ทำให้คุณสมบัติในการเชื่อม และการดึงเสียไป ทำให้เหล็กมีเนื้อละเอียด รวมตัวกับคาร์บอนที่เป็นคาร์ไบด์ได้ง่าย จึงทำให้ทนทานต่อการสึกกร่อน มักจะผสมในเหล็กขึ้นรูปร้อน (Hot Working Steels) และเหล็กไฮสปีด

ทังสเทน (Tungsten) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ W

สามารถรวมตัวกับคาร์บอนเป็น คาร์ไบด์ ที่แข็งแกร่ง จึงทำให้เหล็กที่ผสมทังสเทนมีความแข็งแรงมาก หลังจากผ่านการอบชุบ จึงใช้ทำพวกเครื่องมือคม (Cutting Tools) ต่าง ๆ ทำให้เหล็กเหนียวขึ้น และป้องกันไม่ให้เหล็กเกิดเนื้อหยาบ เนื่องจากการที่เกรนขยายตัว เพิ่มความทนทานต่อการเสียดสีของเหล็ก ดังนั้น จึงนิยมเติมทังสเทนในเหล็กไฮสปีด (Hi-Speed) และเหล็กที่ต้องอบชุบแข็งโดยทั่วไป

ประเภทเหล็ก	JIS	AISI	DIN	AICHI	DAIDO	HITACHI	NIPPON KOSHUHA	ASSAB	BOHLER	THYSSEN
เหล็กกล้า งานเย็น	SKD11	D2	1.2379	AUD11	DC53	SLD2	SKD11V	XW41	K110	2379
	SKS3	O1	1.251	SKS3	GOA	SGT	KS3	DF2	K460	2510
เหล็กกล้า งานร้อน	SKD61	H13	1.2344	AUD61	DHA1	DAC	KDA1	8407	W302	2344
	SKT4	L6	1.2714	SKT4A	GFA	DM	KTV	SOMDIE	W500	2714
เหล็กชุบ แข็ง เหล็กชุบ แข็ง	-	-	-	SX105V	GO5	HMD5	FH-5	-	-	-
เหล็กทำ แม่พิมพ์ พลาสติก	-	P20	1.2311	-	PX4	-	PLASMOLD2 0	718	W330	2311
	-	P20+5	1.2312	-	NAK80	-	-	HOLDAX	M200	2312
เหล็ก อะไหล่	S45C	1045	1.1191	S45C	S45C	S45C	S45C	-	-	CK45
	S50C	1050	1.1206	S50C	S50C	S50C	S50C	760	CM50	1730
	SCM440	4140	1.7225	SCM440	SCM440	SCM440	SCM440	709	V320	7225
	SNCM439	4340	1.6582	SNCM439	SNCM439	SNCM439	SNCM439	705	V155	6582
เหล็กชุบ ผิวแข็ง โดยเติม คาร์บอน	SCM415	5115	1.7262	SCM415	SCM415	SCM415	SCM415	-	-	-
เหล็ก เครื่องมือ คาร์บอน สูง	SK5	W1	1.1625	SK5	SK5	-	-	K100	K980	1545
เหล็ก เหนียว	SS400	-	-	SS400	SS400	SS400	SS400	-	MS	-