

โลหะบัดกรี...ในวันที่...ต้องไม่มีตะกั่ว

วันดี ลือสายวงศ์

คำสำคัญ : โลหะบัดกรีไร้ตะกั่ว (lead-free solder)

ในทศวรรษที่ผ่านมา หลายประเทศในโลกโดยเฉพาะประเทศต่างๆ ในกลุ่มสหภาพยุโรป มีความตระหนักและตื่นตัวในเรื่องความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากสารอันตราย ทำให้ประเทศในสหภาพยุโรปร่วมมือกันกำหนดกฎระเบียบต่างๆ เพื่อควบคุมการใช้สารอันตรายในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ จนไปถึงการทิ้งซากผลิตภัณฑ์สู่สิ่งแวดล้อม ตัวอย่างหนึ่งของระเบียบคือ ระเบียบว่าด้วยการจำกัดการใช้สารอันตรายบางชนิดในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment) หรือที่รู้จักกันในชื่อระเบียบ RoHS ระเบียบนี้บังคับให้ผู้ผลิตใช้สารอื่นที่ปลอดภัยเพื่อทดแทนการใช้สารอันตราย 6 ชนิด (ได้แก่ ตะกั่วปรอท แคดเมียม โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ โพลีโบรมิเนทไฟนิล (PBB) และโพลีโบรมิเนทไดฟีนิลอีเทอร์ (PBDE)) ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ได้ภายในวันที่ 1 กรกฎาคม 2549 ที่ผ่านมานี้ ซึ่งจะเป็นการสร้างเชื่อมั่นว่าความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากสารอันตรายทั้ง 6 ชนิดเหล่านี้จะลดลงได้ ตะกั่วถูกจัดเป็นหนึ่งในสารอันตรายเนื่องจากปริมาณสารตะกั่วเพียงเล็กน้อยที่เข้าสู่ร่างกาย ไม่ว่าจะโดยการสูดดม การซึมผ่านทางผิวหนัง หรือแม้กระทั่งการกลืนกิน อาจมีผลต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และสามารถทำลายระบบสมองของมนุษย์ได้ จากการที่ตะกั่วเป็นหนึ่งในสารอันตรายที่ต้องควบคุมปริมาณในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้วงการอุตสาหกรรมที่ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลกต้องทำการศึกษา วิจัย และพัฒนาโลหะบัดกรีไร้ตะกั่ว (lead-free solder) เพื่อใช้งานแทนโลหะบัดกรีแบบดั้งเดิมที่มีส่วนผสมหลักเป็นดีบุกและตะกั่ว

การบัดกรีคือการประสานโลหะสองชิ้นเข้าด้วยกัน โดยที่โลหะทั้งสองชิ้นอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ตัวเชื่อมประสานชิ้นงานโลหะเข้าด้วยกันคือโลหะบัดกรี ซึ่งเป็นโลหะผสมที่มีจุดหลอมละลายต่ำ

โดยทั่วไปอุณหภูมิหลอมละลายของโลหะบัดกรีมักจะต่ำกว่าอุณหภูมิหลอมละลายของชิ้นงานที่ต้องการจะเชื่อมต่อกันเสมอ และอุณหภูมิหลอมละลายที่ใช้มักจะไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส รูปแบบของโลหะบัดกรีมีหลากหลายเช่น แท่ง ผง แผ่นแถบ ลวด หรือเม็ด หลักการประสานโดยการบัดกรีคือ โลหะบัดกรีจะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมประสานเท่านั้นแต่ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะที่ถูกเชื่อม ซึ่งขณะทำการบัดกรีต้องมีการใช้ฟลักซ์ที่เป็นสารเคมีอินทรีย์หรืออนินทรีย์ด้วย โดยฟลักซ์จะช่วยขจัดผิวออกไซด์ที่จุดเชื่อมต่อทำให้ชิ้นงานสะอาดขึ้น และทำให้โลหะบัดกรีที่ถูกหลอมเหลวโดยความร้อนสามารถยึดเกาะผิวโลหะได้ดี การยึดเกาะระหว่างชิ้นงานกับโลหะบัดกรีเกิดจากการหดตัวของโมเลกุลของโลหะบัดกรีที่ทำให้การยึดติดกับโมเลกุลของชิ้นงานเหนียวแน่นขึ้น อย่างไรก็ตามรอยประสานของโลหะบัดกรีนี้จะมี ความแข็งแรงน้อยกว่าความแข็งแรงของชิ้นงาน ที่ผ่านมาโลหะบัดกรีที่ใช้กันแพร่หลายในงานบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ คือ โลหะผสมของตะกั่วและดีบุก (tin-lead solder) ซึ่งมีอัตราส่วนโดยประมาณของดีบุกและตะกั่วคือ ดีบุกร้อยละ 63 และตะกั่วร้อยละ 37 นอกจากนี้ในงานบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้าอาจใช้โลหะผสมของดีบุกและตะกั่วในอัตราส่วนอื่นเช่น ดีบุกร้อยละ 45 - 50 พลวงร้อยละ 0.5 และส่วนที่เหลือคือ ตะกั่ว การที่โลหะบัดกรีที่ใช้กันแพร่หลายมักเป็นโลหะผสมของตะกั่วและดีบุก ดังนั้นจึงมีการเรียกโลหะบัดกรีเหล่านี้ว่า “ตะกั่วบัดกรี” ทั้งที่ความจริงแล้วโลหะบัดกรีบางชนิด (ที่ใช้ในงานบัดกรีอื่น ๆ) อาจไม่มีส่วนประกอบของตะกั่วและดีบุกผสมอยู่เลย

การพัฒนาโลหะบัดกรีไร้ตะกั่วเพื่อใช้ในงานบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ แทนตะกั่วบัดกรีแบบดั้งเดิม ต้องพิจารณาถึงสมบัติทางกายภาพและสมรรถนะของสารที่นำมาใช้ทดแทน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาปัจจัยประกอบในเรื่องความเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่เป็นจุดประสงค์หลักของการใช้สารทดแทนตะกั่ว ปริมาณสำรองของสารทดแทนที่สามารถนำมาใช้ได้ และกระบวนการถลุงสารทดแทนที่ต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมหรือใช้พลังงานมากกว่าการถลุงตะกั่ว สำหรับสมบัติทางกายภาพที่สำคัญที่เป็นข้อดีของตะกั่วบัดกรีแบบเดิมคือ จุดหลอมเหลวที่คงที่ ความแข็งแรงและความทนทานของจุดบัดกรี ความเงางาม ความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดี และราคาถูก เป็นต้น ธาตุที่มีการพิจารณาเพื่อนำมาผสมกับดีบุกทดแทนการใช้ตะกั่วมีด้วยกันหลายธาตุเช่น เงิน (Ag), บิสมัท (Bi), ทองแดง (Cu), และพลวง (Sb) เป็นต้น ซึ่งโลหะบัดกรีไร้ตะกั่วที่พัฒนาขึ้นมาต้องผ่านการทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ พบว่าเมื่อใช้ธาตุเหล่านี้ผสมกับดีบุกแล้ว จุดหลอมเหลวมีแนวโน้มลดลง ขณะที่คุณสมบัติทางไฟฟ้าและทางกายภาพสามารถยอมรับได้

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปัจจัยประกอบในเรื่องความเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ปริมาณสำรอง และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการถลุงธาตุเหล่านี้ พบว่าลำดับความเหมาะสมของธาตุที่สามารถใช้แทนตะกั่ว คือ ทองแดง บิสมัท พลวง และเงิน ตามลำดับ ตัวอย่างโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์แสดงในตารางที่ 1 ขณะที่ส่วนประกอบทางเคมีของโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งปริมาณของตะกั่วตามที่กำหนดคือ ไม่เกินร้อยละ 0.1 หรือ 1000 ส่วนในล้านส่วน สังเกตว่าแคดเมียมเป็นหนึ่งในสารอันตรายที่ต้องควบคุมด้วย สำหรับการวิเคราะห์ทดสอบเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า โลหะบัดกรีไร้ตะกั่วที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณสารปนเปื้อนไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด (สำหรับตะกั่วคือ 1000 ส่วนในล้านส่วน และแคดเมียม 100 ส่วนในล้านส่วน) สามารถวิเคราะห์ทดสอบตามวิธีมาตรฐาน International Standard IEC 62321 : Electrotechnical products – Determination of levels of six regulated substances (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers)

โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีหน่วยงานให้บริการวิเคราะห์ทดสอบส่วนประกอบทางเคมีของโลหะบัดกรีไร้ตะกั่วทุกประเภท โดยวิธีวิเคราะห์ทดสอบที่ใช้เป็นไปตามวิธีมาตรฐานสากล หากผู้สนใจต้องการข้อมูลในส่วนนี้เพื่อการตรวจสอบหรือปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย โปรดติดต่อโครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันและเวลาราชการ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ชนิดของโลหะผสม	ช่วงอุณหภูมิหลอมเหลว		การใช้งาน
	อุณหภูมิ แข็งตัวหมด °C	อุณหภูมิ หลอมเหลวหมด °C	
Sn96Ag4	221	221	เหมาะกับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เช่นการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และชิ้นส่วนยานยนต์
Sn96.5Ag3.5	221	221	
Sn97Ag3	221	230	
Sn99Cu1	230	240	การบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์โดยวิธีการเวฟโซลเดอริง (wave soldering)
Sn97Cu3	230	250	ใช้สำหรับเคลือบขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
Sn95Sb5	235	240	ใช้สำหรับการบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถใช้อัดกรีท่อทองแดงในการทำความร้อนด้วยแสงอาทิตย์ ท่อประปา และอุปกรณ์ทำความเย็นเนื่องจากมีความต้านแรงดึงสูง

(ที่มาของข้อมูล : เอกสารอ้างอิง 2 และ 4)

ตารางที่ 2 ชนิดและส่วนประกอบทางเคมี

ชนิด	ส่วนประกอบทางเคมี ร้อยละ											
	ตะกั่ว	พลวง	เงิน	ทองแดง	แคดเมียม	อะลูมิเนียม	บิสมัท	สารหนู	เหล็ก	สังกะสี	ดีบุก	สารเจือปน อื่นๆ
Sn96Ag4	0.10	0.10	3.5-4.0	0.05	0.002	0.002	0.10	0.03	0.02	0.002	ที่เหลือ	0.2
Sn96.5Ag3.5	0.10	0.12	3.2-3.8	0.05	0.002	0.002	0.10	0.03	0.02	0.002	”	0.08
Sn97Ag3	0.10	0.10	3.0-3.5	0.05	0.002	0.002	0.10	0.03	0.02	0.002	”	0.2
Sn99Cu1	0.10	0.05	0.05	0.45-0.90	0.002	0.002	0.10	0.03	0.02	0.002	”	0.2
Sn97Cu3	0.10	0.05	0.05	2.5-3.5	0.002	0.002	0.10	0.03	0.02	0.002	”	0.2
Sn95Sb5	0.10	4.5-5.5	-	0.05	0.002	0.002	0.10	0.03	0.02	0.002	”	0.08

หมายเหตุ : 1) ส่วนประกอบทางเคมีต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางหากไม่กำหนดเป็นช่วงหรืออย่างอื่น

2) สารเจือปนอื่นๆ ยกเว้น เงิน ทองแดง และ พลวง

(ที่มาของข้อมูล : เอกสารอ้างอิง 2 หน้า 3)

เอกสารอ้างอิง

1. ประพิศ ประคุณหังสิต และ วาสนา คงสุข, โลหะบัดกรี. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, มกราคม 2544, ปีที่ 49, ฉบับที่ 155, หน้า 21-23.
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โลหะบัดกรีไร้ตะกั่ว. มาตรฐานเลขที่ มอก. 2258-2549.
3. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค), **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์**, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2547, หน้า 50-55.
4. American Society for Testing and Materials . Standard Specification for Solder Metal . B 32-2003 . In Annual Book of ASTM Standards : Nonferrous Metal Products . Vol. 02.04 . West Conshohocken : ASTM , 2004 , p. 11-19.
5. International Standard IEC 62321 : Electrotechnical products – Determination of levels of six regulated substances (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers), **Clause 9**, Ed. 1, 2008 -12.

โครงการเคมี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทร. 0 2201 7347

E-mail : wluesai@dss.go.th

พฤษภาคม 2553