โลหะกับการพัฒนาประเทศ

บทที่ 4
ตะกั่ว

กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน

สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

บทที่ 4
ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นที่รู้จักมานานตั้งแต่ 3,500 ปีก่อนคริสตกาล ในอียิปต์สมัยโบราณมีการใช้แร่ตะกั่วเป็นเครื่องสำอางสำหรับทาตา โลหะตะกั่วก็นับเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มีการใช้มานานที่สุด การค้นพบโลหะตะกั่วเกิดขึ้นโดยบังเอิญ โดยขณะที่มีการก่อกองไฟบนแร่ที่มีส่วนผสมของตะกั่วได้เกิดมีโลหะตะกั่วหลอมเหลวไหลออกมาบริเวณกองไฟนั้น เนื่องจากตะกั่วมีจุดหลอมเหลวต่ำจึงสามารถสกัดเอาโลหะออกจากแร่ได้โดยง่ายด้วยอุณหภูมิที่ไม่สูงนัก ชาวโรมันโบราณเริ่มนำโลหะตะกั่วมาใช้อย่างจริงจังสำหรับผลิตเป็นภาชนะและท่อน้ำซึ่งยังคงหลักฐานอยู่จนกระทั่งปัจจุบัน นับจากนั้นก็ได้มีการใช้ประโยชน์จากโลหะตะกั่วอย่างแพร่หลายจนจัดเป็นโลหะที่มีการใช้มากที่สุดเป็นอันดับห้ารองจาก เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง และสังกะสี

คุณสมบัติทั่วไปของตะกั่ว

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

- น้ำหนักอะตอม	207.2
- ระบบผลึก	FCC
- ความหนาแน่น (ที่ 20 ^{o}C)	11.34 g.cm^{-3}
- จุดหลอมเหลว	327 ^{o}C
- จุดเดือด	1,749 ^{o}C
- ความต้านทานไฟฟ้า (ที่ 20 ^{o}C)	208 nΩ.m
- สัมประสิทธิ์การขยายตัว (ที่ 20 ^{o}C)	28.9 μm.m^{-1}.K^{-1}

คุณสมบัติเชิงกล

- Youngs modulus	16 GPa
- Shear modulus	5.6 GPa
- Brinell hardness	38.3 MPa

การใช้ประโยชน์ของโลหะตะกั่ว

โลหะตะกั่วเป็นมีคุณสมบัติเด่นคือ มีหลอมเหลวต่ำ มีความหนาแน่นสูง มีความอ่อนตัวสูง ความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ มีคุณสมบัติหล่อลื่น และต้านทานการกัดกร่อนได้ดี การใช้ประโยชน์โลหะตะกั่วส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมทำแบตเตอรี่รถยนต์ ใช้เป็นสารประกอบตะกั่วสำหรับผสมทำสี

ใช้ทำลูกกระสุนและยุทธภัณฑ์ ใช้ทำฉากกั้นเพื่อป้องกันรังสีต่างๆ เช่น รังสีเอ็กซ์ รังสีเบต้า รังสีแกมมา เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นธาตุผสมกับโลหะทองแดงและเหล็ก เพื่อเพิ่มคุณสมบัติด้านการกลึงหรือตัด ซึ่งการนำตะกั่วไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งสภาพโลหะและสารเคมีที่สำคัญ มีดังนี้

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโลหะตะกั่ว
(ที่มา: www.aant.com.au, www.jamestowndistributors.com)

1) แบตเตอรี่ โลหะตะกั่วใช้มากที่สุดในการผลิตแบตเตอรี่สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งในแบตเตอรี่จะประกอบด้วย แผ่นขั้วและห่วงยึดแบตเตอรี่ โดยในแบตเตอรี่แต่ละลูกจะมีปริมาณโลหะตะกั่วแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาด เช่น แบตเตอรี่สำหรับรถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบรรทุก จะมีตะกั่วประมาณ 5 กิโลกรัม 12 กิโลกรัม และ 35 กิโลกรัม ตามลำดับ

2) เปลือกเคเบิล ใช้ตะกั่วหุ้มสายเคเบิลไฟฟ้าและสื่อสารที่อยู่ใต้ดินและใต้น้ำ เพื่อป้องกันความเสียหายจากความชื้น และการกัดแทะของหนู ซึ่งช่วยให้ไม่เกิดการขัดข้องในระบบไฟฟ้าและการสื่อสาร

3) ตะกั่วแผ่น เนื่องจากตะกั่วมีคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อน จึงใช้ตะกั่วแผ่นเป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญในอุตสาหกรรมเคมี และการก่อสร้างอาคาร แผ่นกั้นรังสีต่างๆ รวมทั้งการใช้ตะกั่วแผ่นร่วมกับแอสเบสทอสและเหล็กสำหรับปูใต้ฐานตึกเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนและควบคุมเสียงสำหรับรถไฟใต้ดิน

4) ท่อตะกั่ว เนื่องตะกั่วมีคุณสมบัติต้านการกัดกัดกร่อน ดัดงอง่าย และแปรรูปด้วยการอัดรีดง่าย จึงใช้ทำท่อไร้ตะเข็บสำหรับอุตสาหกรรมเคมีและระบบท่อส่งน้ำ

5) โลหะบัดกรี จากคุณสมบัติจุดหลอมเหลวต่ำและราคาถูก จึงใช้เจือกับดีบุกเป็นโลหะบัดกรี (อัตราส่วนดีบุกต่อตะกั่ว 60-40 หรือ 70-30) เพื่อเชื่อมชิ้นงานโลหะให้ติดกัน โลหะบัดกรีบางชนิดอาจผสมธาตุอื่น เช่น พลวงและเงิน เข้าไปเพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งและต้านทานการกัดกร่อน

6) โลหะตัวพิมพ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ เป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่ว พลวง และดีบุก โดยตะกั่วช่วยให้มีจุดหลอมตัวต่ำและหล่อได้ง่าย พลวงช่วยเพิ่มความแข็งแรง ต้านทานแรงกดและการสึกหรอ ลดอุณหภูมิหล่อ และลดการหดตัวตัวพิมพ์ สำหรับดีบุกช่วยให้หล่อได้ง่าย ลดความเปราะและช่วยให้ตัวพิมพ์มีลวดลายละเอียด

7) โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก (มีดีบุก 8-12%) ใช้ในการเคลือบผิวแผ่นเหล็ก เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและต้านทานการกัดกร่อน นิยมใช้ทำถังบรรจุน้ำมันรถยนต์ อุปกรณ์กรอง และมุงหลังคา

8) ฟิวส์ระบบตัดไฟอัตโนมัติ อาศัยคุณสมบัติที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ จึงทำให้ตะกั่วหลอมละลายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินที่กำหนดไว้ในระบบ

9) รงควัตถุ ใช้สำหรับเป็นสีสำหรับทาเพื่อป้องกันสนิมให้เหล็กและเหล็กกล้า และใช้ทาสีเครื่องหมายบนบาทวิถี

นอกจากนี้ ยังมีการใช้ตะกั่วในการทำหลอดบรรจุสีสำหรับงานศิลปะ ออกไซด์ของตะกั่วใช้สารออกซิไดซ์ในการผลิตสีย้อม ไม้ขีดไฟ ยางเทียม กลั่นน้ำมัน กาว และใช้เป็นโลหะถ่วงน้ำหนัก เป็นต้น

การผลิตโลหะตะกั่วจากแร่

แร่ตะกั่วเป็นแร่ที่เกิดขึ้นกระจัดกระจายอยู่ในทุกพื้นที่ทั่วโลก สำหรับการทำเหมืองแร่ตะกั่วที่มีผลผลิตปริมาณมากส่วนใหญ่จะมาจากประเทศจีน ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา แคนาดา เปรู และเม็กซิโก เป็นต้น ซึ่งความเป็นจริงแล้วในประเทศรัสเซียและประเทศในทวีปแอฟริกาก็มีแหล่งแร่ตะกั่วขนาดใหญ่แต่ปริมาณการผลิตยังมีไม่มาก ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลปริมาณการผลิตแร่ตะกั่วของประเทศต่าง ๆ

แร่ตะกั่วที่สำคัญมากที่สุดคือ แร่ตะกั่วซัลไฟด์ (PbS) หรือเรียกว่า Galena (ดูรูปที่ 4.2) อันดับรองลงมาจะเป็นแร่ตะกั่วคาร์บอเนต ($PbCO_3$) หรือเรียกว่า Cerussite แร่ตะกั่วทั้งสองชนิดนี้บางครั้งอาจเกิดอยู่ร่วมกัน สำหรับในประเทศไทยจะมีแหล่งตะกั่วคาร์บอเนตที่บริเวณจังหวัดกาญจนบุรี แต่ปัจจุบันไม่มีการทำเหมืองแร่ตะกั่วแล้ว เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ

นอกจากแร่ตะกั่วทั้งสองชนิดแล้ว ยังมีแร่ตะกั่วที่อยู่ในฟอร์มอื่นอีก เช่น Anglesite ($PbSO_4$) และ Pyromorphite ($2Pb_3P_2O_8.PbCl_2$) แต่มีปริมาณไม่เพียงพอต่อการลงทุนเชิงพาณิชย์ ส่วนใหญ่แร่ตะกั่วที่นำมาถลุงมักมีโลหะอื่น ๆ ปนอยู่ด้วยเสมอ เช่น โลหะเงิน สังกะสี นิกเกิล และโคบอลต์ ดังนั้นกรรมวิธีการถลุงแร่ตะกั่วอาจมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องปรับปรุงวิธีการถลุงเพื่อเก็บแร่ที่มีค่าให้ได้ปริมาณมากที่สุด

(1)

(2)

รูปที่ 4.2 (1) แร่ตะกั่วซัลไฟด์ (Galena) และ (2) เหมืองแร่ตะกั่ว Greenside ในประเทศอังกฤษ (ที่มา: www.dartmouth.edu)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการผลิตแร่ตะกั่วของโลกระหว่างปี 2544-2548

หน่วย: ตัน (เนื้อโลหะ)

ประเทศ	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548
ไอร์แลนด์	44,500	41,700	50,300	63,800	72,200
สวีเดน	85,975	42,954	50,962	54,347	60,445
โมร็อกโก	76,748	62,417	39,387	44,200	53,000
แคนาดา	153,932	97,178	81,264	76,730	79,252
เม็กซิโก	118,247	138,707	139,348	118,484	134,388
สหรัฐอเมริกา	466,400	450,600	460,200	445,000	436,500
เปรู	289,546	298,487	308,874	306,211	319,345
จีน	676,000	640,700	954,600	997,200	1,023,000
อินเดีย	32,600	37,800	46,700	52,200	62,300
ออสเตรเลีย	759,000	694,000	688,000	674,000	767,000
ไทย	300	2,600	-	-	-
อื่น ๆ	396,752	392,857	380,365	367,828	292,570
รวม	**3,100,000**	**2,900,000**	**3,200,000**	**3,200,000**	**3,300,000**

ที่มา: British Geological Survey

แร่ตะกั่วที่นำมาถลุงส่วนใหญ่จะเป็นแร่ตะกั่วซัลไฟด์ เมื่อผ่านกรรมวิธีการแต่งแร่ให้มีความเข้มข้นสูงแล้วจะนำแร่ไปย่างเพื่อลดปริมาณกำมะถันให้น้อยลง โดยอุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ในช่วง 450-700 °C ดังปฏิกิริยา

$$2PbS + 7/2O_2 \longrightarrow PbO + PbSO_4 + SO_2$$

แร่ตะกั่วภายหลังจากการลดกำมะถันแล้ว จะนำไปถลุงด้วยเตาสูงหรือภายในเตากระทะ แต่ปัจจุบันนิยมถลุงด้วยเตาสูง เพราะสามารถใช้แร่ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าการถลุงภายในเตากระทะ

แร่ตะกั่วที่ลดปริมาณกำมะถันแล้วจะผสมกับฟลักซ์ (หินปูน) ถ่านโค้กประมาณ 10% น้อยกว่าปริมาณถ่านโค้กที่ใช้ในการถลุงเหล็ก เพราะอุณหภูมิที่ใช้จะต่ำกว่ามาก (90 °C) และตะกั่วออกไซด์จะถูกรีดิวซ์ได้ง่ายกว่าเหล็ก นอกจากผสมถ่านโค้กแล้วจะผสมเศษเหล็กอีกจำนวนหนึ่งเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวไปช่วยดึงกำมะถันออกจากตะกั่วซัลไฟด์ ปฏิกิริยารีดักชั่นที่เกิดภายในเตาจะเป็นดังนี้

$$PbO + C \longrightarrow Pb + CO$$

$$PbO + CO \longrightarrow Pb + CO2$$

$$PbS + Fe \longrightarrow Pb + FeS$$

ตะกั่วเมื่อถูกรีดิวซ์จะหลอมละลายลงสู่ก้นเตาซึ่งจะถูกเจาะออกเป็นระยะ ๆ เหนือระดับของตะกั่วหลอมละลายจะเป็น Matte ของเหล็กและทองแดงซัลไฟด์ (ถ้ามีทองแดงติดมากับแร่ตะกั่ว) กับตะกั่วอีกจำนวนหนึ่ง และเหนือ Matte จะเป็นตะกรันซึ่งประกอบด้วยซิลิเกตของเหล็กและแคลเซียม เมื่อเจาะออกจะแยกเอา Matte ออกไปเพื่อนำไปแยกเอาโลหะทองแดงออก ส่วนตะกรันจะนำไปทิ้ง โลหะตะกั่วที่ได้จากการถลุงด้วยเตาสูงจะเป็นตะกั่วที่มีโลหะที่มีโลหะมีค่าผสมอยู่เช่น โลหะเงิน เป็นต้น ซึ่งจะต้องนำไปแยกเอาโลหะมีค่าออกต่อไป

ลักษณะของเตาสูงที่ใช้ในการถลุงแร่ตะกั่วจะมีลักษณะพิเศษแตกต่างจากลักษณะเตาสูงที่ใช้ถลุงแร่เหล็กคือ ตัวเตาจะไม่กลมแต่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีรูพ่นลมวางตามความยาวห่างกันเป็นระยะ ตัวเตาด้านบนเหนือระดับรูพ่นลมจะทำด้วยเหล็กแผ่นตรงกลางมีช่องให้น้ำผ่านระบายความร้อน ส่วนบริเวณเตาที่มีปฏิกิริยารีดักชั่น และก้นเตาทำด้วยเหล็กแผ่นและก่อด้วยอิฐทนไฟภายใน โดยจะมีรูสำหรับเจาะเอาน้ำโลหะตะกั่วออก และเหนือระดับรูน้ำโลหะจะเป็นรูสำหรับ Matte และตะกรันส่วนด้านบนของตัวเตาจะเปิดช่องสำหรับการบรรจุแร่ ถ่านโค้ก ฟลักซ์ และเศษเหล็ก โดยมีทางออกของฝุ่นและก๊าซอยู่ใต้ระดับช่วงบรรจุวัตถุดิบ

การทำตะกั่วให้บริสุทธิ์

ตะกั่วที่ได้จากเตาสูงจะมีโลหะเจือปนอยู่มาก โลหะที่ปนอยู่ทำให้ตะกั่วที่ได้มีความแข็งขาดความเหนียวยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ โลหะที่จัดเป็นโลหะมลทินทำให้ตะกั่วไม่อ่อนตัวนี้ ได้แก่ อาร์เซนิก พลวง บิสมัท ดีบุก และทองแดง เป็นต้น ขบวนการกำจัดโลหะเจือปนเหล่านี้จะเรียกว่า Softening คือทำให้ตะกั่วอ่อนนิ่ม หลักการจะนำเอาโลหะตะกั่วหลอมเหลวที่เจาะออกจากเตาสูงมา

หลอมต่อภายในเตากระทะที่อุณหภูมิ 500 °C เป่าอากาศลงไปที่ก้นเตาเพื่อให้ออกซิเจนลงไปทำปฏิกิริยารวมตัวกับโลหะมลทินซึ่งมีแรงดึงดูดสัมพันธ์ (Affinity) กับออกซิเจนสูงกว่าตะกั่วจะกลายเป็นออกไซด์และอาจมีตะกั่วออกไซด์ติดไปด้วยจำนวนหนึ่งในรูปของ $PbO.Sb_2O_5$ และ $PbO.As_2O_5$ ซึ่งออกไซด์เหล่านี้จะลอยขึ้นมารวมตัวกันบริเวณผิวในรูปของออกไซด์ผสมเรียกว่า Dross สามารถกวาดออกได้เพราะมีน้ำหนักเบากว่าโลหะตะกั่ว

สำหรับบิสมัทกับทองแดงจะไม่สามารถแยกออกได้โดยกรรมวิธี Softening ในการแยกทองแดงออกจากตะกั่วสามารถกระทำได้สองลักษณะคือ วิธีแยกโดยอาศัยหลักที่ทองแดงไม่สามารถละลายได้ดีในตะกั่วในสภาวะของแข็ง ดังนั้นเมื่อทำการหลอมตะกั่วให้มีอุณหภูมิใกล้จุดหลอมเหลว (327 °C) ทองแดงมีแนวโน้มแยกตัวเป็นของแข็งที่เบากว่าตะกั่วและลอยอยู่บริเวณผิวของตะกั่วหลอมเหลวสามารถกวาดออกได้ ทำให้ได้โลหะที่มีทองแดงปนน้อยลงมาก

อีกวิธีหนึ่งทำโดยการผสมตะกั่วซัลไฟด์ลงไปในโลหะตะกั่วหลอมเหลวแล้วกวนให้ตะกั่วซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับทองแดงซึ่งมีแรงดึงดูดสัมพันธ์กับกำมะถันสูงกว่าจะดึงกำมะถันจากตะกั่วซัลไฟด์ทำให้ได้ทองแดงซัลไฟด์ดังปฏิกิริยาและลอยขึ้นรวมตัวอยู่บนผิวของโลหะตะกั่วหลอมเหลวสามารถกวาดออกได้ง่าย

$$PbS + 2Cu \longrightarrow Cu_2S + Pb$$

การแยกบิสมัทออกจากตะกั่วส่วนมากจะกระทำภายหลังการแยกโลหะเงินออกจากตะกั่วแล้ว ในกรณีที่มีบิสมัทปนมาในปริมาณสูง การแยกด้วยกระแสไฟฟ้ามีความเป็นไปได้ที่จะแยกให้ตะกั่วบริสุทธิ์และได้บิสมัทอีกส่วนหนึ่งทำให้คุ้มกับการลงทุนจะใช้การแยกด้วยกระแสไฟฟ้าโดยใช้แท่งตะกั่วเป็นขั้วแอโนด ใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ประกอบด้วยสารละลายของตะกั่วฟลูออซิลิเกต ($PbSiF_6$) กับกรดไฮโดรฟลูออซิลิเกต ($H2SiF_6$) ซึ่งตะกั่วแอโนดจะละลายไปจับบนขั้วแคโทดซึ่งเป็นแผ่นตะกั่วบริสุทธิ์ส่วนบิสมัทจะตกตะกอนอยู่ก้นถังอิเล็กโทรไลติคเซลล์ในสภาพ Anode mud

การแยกบิสมัทอีกลักษณะหนึ่งโดยใช้แคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นธาตุไปรวมตัวกับบิสมัทในโลหะตะกั่วหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 400 °C แคลเซียมและแมกนีเซียมจะรวมตัวกับบิสมัทให้โลหะผสมที่ไม่สามารถละลายได้ในโลหะตะกั่วหลอมเหลว จะลอยขึ้นสู่ผิวและรวมตัวกันในรูปของ Crust (ถ้าอยู่ในรูปของออกไซด์จะเรียกว่า Dross) สามารถกวาดออกได้ง่าย นับว่าเป็นการง่ายกว่าการแยกด้วยกระแสไฟฟ้าแต่มักจะมีแคลเซียมและแมกนีเซียมหลงเหลืออยู่ในตะกั่วจะต้องไปกำจัดออกด้วยการเป่าอากาศให้แคลเซียมและแมกนีเซียมกลายเป็นออกไซด์หรือ Dross อีกครั้ง

การแยกเงินออกจากตะกั่ว มีกรรมวิธีที่ใช้ปฏิบัติ 2 วิธี คือ Pattinson และ Parkes

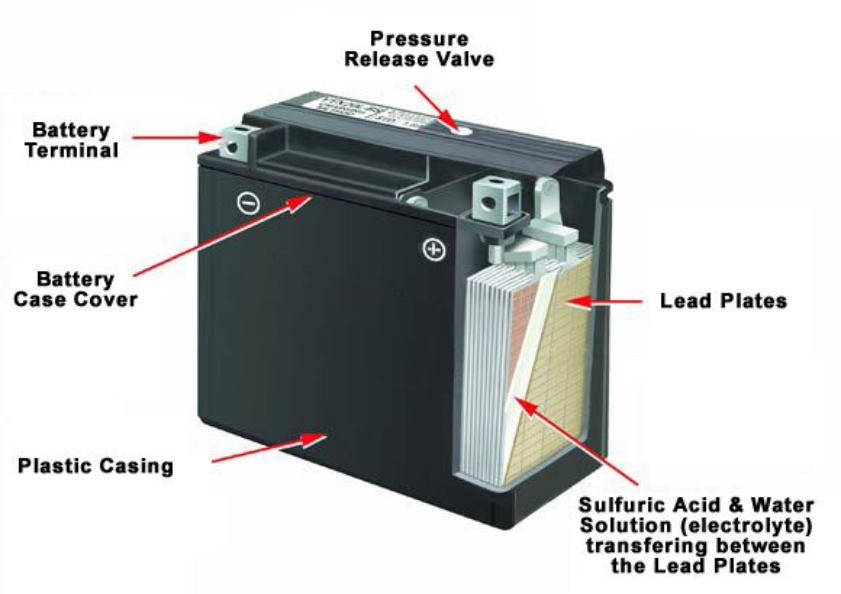
หลักการของ Pattinson จะอาศัยหลักการที่โลหะตะกั่วจะแข็งตัวจากสภาพหลอมเหลวก่อนในกรณีที่มีเงินละลายรวมอยู่กับตะกั่วจำนวนเล็กน้อย และเมื่อตะกั่วเริ่มแข็งตัวจะผลักอะตอมของเงินออกไปอยู่ในโลหะหลอมเหลวที่เหลือ เมื่อปล่อยให้โลหะตะกั่วที่มีเงินปนอยู่เย็นตัวอย่างช้า ๆ จากอุณหภูมิ 320 °C ลงมาจนถึง 304 °C จะได้โลหะตะกั่วบริสุทธิ์สูงที่แข็งตัวก่อนถึงอุณหภูมิ 304 °C

ทำการแยกออก ส่วนโลหะหลอมเหลวที่เหลือจะเป็นโลหะตะกั่วที่มีเงินปน ซึ่งจะนำไปแยกเอาเงินออกภายหลัง หรืออาจจะนำไปแยกเอาเงินออกโดยกรรมวิธี Parkes ต่อไป

หลักการของ Parkes อาศัยหลักการที่ว่าโลหะสังกะสีกับโลหะตะกั่วในช่วงเหนืออุณหภูมิหลอมเหลวของสังกะสีจะไม่สามารถละลายเข้าด้วยกัน จะแยกเป็นชั้นคล้ายน้ำมันกับน้ำ ดังนั้นจะมีชั้นของโลหะหลอมเหลวสังกะสีอยู่เหนือชั้นโลหะหลอมเหลวตะกั่ว โดยระหว่างรอยแยกนี้จะมีตะกั่วจำนวนเล็กน้อยละลายอยู่ในโลหะสังกะสี และมีสังกะสีจำนวนเล็กน้อยละลายอยู่ในตะกั่ว และถ้ามีเงินปนอยู่กับตะกั่ว โลหะเงินจะมาละลายอยู่ในชั้นของสังกะสี ดังนั้นวิธีแยกเงินโดยขบวนการของ Parkes จะเอาโลหะสังกะสีที่เป็นแท่งไปกวนในอ่างตะกั่วเย็นลงช้า ๆ โลหะสังกะสีที่ละลายโลหะเงินจะค่อย ๆ แข็งตัวกลายเป็น Crust ลอยขึ้นบนผิวของอ่างโลหะทำการกวาดออก เอาโลหะสังกะสีลงไปคนซ้ำอีกครั้งจนแน่ใจว่าปริมาณของโลหะเงินถูกแยกมารวมอยู่กับสังกะสีจนหมด จะได้โลหะตะกั่วบริสุทธิ์มาก ส่วนสังกะสีจะส่งไปทำการกลั่นเพื่อแยกเอาโลหะเงินซึ่งมีค่ามากออก และเอาสังกะสีกลับมาใช้ในขบวนการ Parkes ต่อไป

การผลิตโลหะตะกั่วจากเศษโลหะ

วัตถุดิบที่สำคัญที่สุดคือ เศษแบตเตอรี่รถยนต์ใช้แล้ว ซึ่งมีตะกั่วเป็นส่วนผสมประมาณ 9-12 กิโลกรัมต่อลูก หรืออาจมากกว่าสำหรับแบตเตอรี่รถบรรทุก (ดูรูปที่ 4.3) ก่อนเริ่มการผลิตจะต้องแยกเอาตะกั่วหรือแผ่นธาตุซึ่งประกอบด้วยตะกั่วออกไซด์ (PbO) และตะกั่วซัลเฟต ($PbSO_4$) ออกจากตัวแบตเตอรี่ก่อนโดยใช้เครื่องผ่า ซึ่งในขั้นตอนการผ่าแบตเตอรี่ที่ผ่านการใช้งานแล้วจะมีการเทน้ำกรด และแยกแผ่นธาตุ ยาง เปลือกพลาสติก และกากตะกอนที่อยู่ภายในตัวแบตเตอรี่ด้วย



รูปที่ 4.3 โลหะตะกั่วที่ใช้ในการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์
(ที่มา: www.infinitecable.com)

การผลิตโลหะตะกั่วจากเศษแบตเตอรี่จะคล้ายคลึงกับการถลุงจากแร่ กล่าวคือจะมีการถลุงเศษแบตเตอรี่เก่าเป็นตะกั่วดิบและการทำตะกั่วให้บริสุทธิ์ โดยในขั้นตอนแรกจะใช้เศษแบตเตอรี่ผสมกับฝุ่นตะกั่วที่ได้จากอุปกรณ์เก็บฝุ่นและกากโลหะ (Dross) และฟลักซ์ เช่น หินปูน เศษเหล็ก และถ่านโค้ก ถลุงที่อุณหภูมิ 1,000-1,200 °C ระยะเวลาที่ใช้จะแล้วแต่ประเภทของเตา จนได้นำโลหะตะกั่ว แล้วนำไปผ่านขั้นตอนการทำโลหะให้บริสุทธิ์ โดยการหลอมในเตากระทะที่มีการเติมออกซิเจนหรือสารเคมีให้รวมตัวกันสารมลทินต่างๆ ในน้ำโลหะและลอยตัวขึ้นมาบนผิวน้ำโลหะแล้วกวาดออก จากนั้นจึงเติมโลหะพลวงให้มีส่วนผสมที่ต้องการ ก่อนหล่อเป็นแท่งเพื่อจำหน่ายต่อไป

สำหรับเตาที่ใช้ในการถลุงเศษแบตเตอรี่สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) เตาหมุนสั้น (Short Rotary Furnace) ลักษณะของเตาเป็นรูปทรงกระบอกเปลือกนอกทำด้วยเหล็กกล้า ภายในกรุด้วยอิฐทนไฟตั้งอยู่บนฐานที่มีลูกกลิ้งรองรับ หมุนด้วยเกียร์แบบฟันเฟืองซึ่งมีมอเตอร์เป็นตัวขับ ด้านหน้าของเตามีประตูสำหรับประจุวัตถุดิบ และมีหัวฉีดเชื้อเพลิง (Burner) อยู่ด้านหลังของเตา ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง (ดูรูปที่ 4.4)

รูปที่ 4.4 เตาหมุนสั้น (Short Rotary Furnace)
(ที่มา: www.majoreng.com.au)

2) เตานอน (Reverbaratory Furnace) ลักษณะของเตาเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เปลือกทำด้วยเหล็กแผ่น ภายในกรุด้วยอิฐทนไฟเป็นรูปโค้งมน ด้านหน้ามีประตูสำหรับประจุวัตถุดิบ ด้านล่างมีช่องสำหรับเจาะเอาน้ำโลหะและตะกรันออก ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง และมีหัวเผาอยู่บริเวณหัวเตา

3) เตาตั้ง (Blast Furnace) ลักษณะของเตาเป็นรูปทรงกระบอก เปลือกเตาทำด้วยเหล็กแผ่นภายในกรุด้วยอิฐทนไฟ ด้านล่างของตัวเตามีช่องเล็กๆ สำหรับให้ตะกั่วที่หลอมละลายไหลออก

ไปสู่บ่อพักเพื่อแยกตะกรัน ด้านบนเป็นประตูสำหรับประจุวัตถุดิบ รอบๆ มีท่อลมเป่าอากาศจากพัดลมเข้าไปในเตาเพื่อให้ถ่านโค้กที่เป็นเชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้

อุตสาหกรรมตะกั่วของประเทศไทย

ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมผลิตโลหะตะกั่วในประเทศไทยมีจำนวน 7 ราย มีกำลังการผลิตรวม 82,200 ตันต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยทั้งหมดใช้เศษแบตเตอรี่ภายในประเทศเป็นวัตถุดิบหลัก ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมตะกั่วสามารถผลิตได้ ได้แก่ โลหะตะกั่วบริสุทธิ์ ตะกั่วผสมพลวง และตะกั่วผสมแคลเซี่ยม ซึ่งกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดจะส่งไปจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ภายในประเทศ

ในปี 2550 ประเทศไทยมีปริมาณการใช้โลหะตะกั่วจำนวน 150,930 ตัน เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 3.5 ซึ่งมีสาเหตุจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยเฉพาะการตั้งเป้าหมายให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตรถยนต์ของทวีปเอเชีย จึงคาดว่าปริมาณการใช้โลหะตะกั่วเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตแบตเตอรี่จะมีปริมาณสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต การผลิตโลหะตะกั่วของประเทศไทยในปี 2550 มีปริมาณ 73,160 ตัน และมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์โลหะตะกั่วจากต่างประเทศ 79,250 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 7,415 ล้านบาท ในขณะที่มีปริมาณการส่งออกโลหะตะกั่ว 1,480 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่าเพียง 176 ล้านบาท สำหรับราคาโลหะตะกั่วในปี 2550 มีการปรับเพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่าเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาโดยเฉพาะในช่วงปลายปี ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการใช้ของตลาดโลกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งปริมาณสำรองก็มีจำนวนลดลงค่อนข้างมาก ราคาเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในประเทศในปี 2550 อยู่ที่ระดับ 110 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4.2 รายชื่อบริษัทผู้ผลิตโลหะตะกั่ว

บริษัท	ที่ตั้ง	กำลังการผลิต (ตันต่อปี)
1. บริษัท โลหะตะกั่วไทย จำกัด	กาญจนบุรี	14,000
2. บริษัท ไทย-ไชน่านันเฟอรัชเมทัล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	นครสวรรค์	9,000
3. บริษัท เบอร์กโซ่ เมตัลส์ จำกัด	สระบุรี	12,000
4. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เลี่ยงฮวดหล่อหลอมโลหะ	สมุทรปราการ	6,000
5. ห้างหุ้นส่วนจำกัด วงศ์ตระกูลโลหะกิจ	นครปฐม	12,600
6. บริษัท ไทย นันเฟอรัช เมทัล จำกัด	ฉะเชิงเทรา	15,600
7. บริษัท อุตสาหกรรมหลอมโลหะไทย จำกัด	ราชบุรี	14,000
รวม		**82,200**

ที่มา: สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (2551)

ปัญหาและอุปสรรคของอุตสาหกรรมตะกั่ว

ปัญหาของอุตสาหกรรมการผลิตตะกั่วที่สำคัญคือ การขาดแคลนวัตถุดิบ โดยแหล่งแร่ตะกั่วในประเทศไทยที่มีศักยภาพในการพัฒนาเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ดังนั้นจึงไม่สามารถประกอบกิจการเหมืองแร่ได้ ทำให้ผู้ประกอบการผลิตโลหะตะกั่วที่เคยใช้แร่ตะกั่วเป็นวัตถุดิบต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถรองรับวัตถุดิบอื่น เช่น เศษแบตเตอรี่ ได้

สำหรับเศษแบตเตอรี่ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญของผู้ประกอบการผลิตโลหะตะกั่วในปัจจุบันก็ประสบปัญหาการขาดแคลนเช่นกัน เนื่องจากปริมาณการหมุนเวียนเศษแบตเตอรี่รถยนต์ใช้แล้วที่ได้มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ผลิตในประเทศ ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากปัญหาด้านการบริหารและจัดเก็บเศษแบตเตอรี่ที่ไม่เป็นระบบ อีกทั้งประเทศไทยยังไม่มีนโยบายอนุญาตให้นำเข้าเศษแบตเตอรี่จากต่างประเทศได้ตามข้อตกลงในอนุสัญญาบาเซล ดังนั้นแม้ปริมาณการบริโภคโลหะตะกั่วของไทยจะมีมากเพียงใด กลุ่มผู้ประกอบการก็ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้เต็มกำลังการผลิตที่มีอยู่

นอกจากอุปสรรคในเรื่องวัตถุดิบแล้ว ผู้ประกอบการในประเทศยังต้องเผชิญกับปัญหาด้านเทคโนโลยีการผลิตด้วย เนื่องจากโลหะตะกั่วบริสุทธิ์ที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จะมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.95 แต่การใช้งานในปัจจุบันต้องการโลหะตะกั่วที่มีความบริสุทธิ์สูงถึงร้อยละ 99.99 เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตแบตเตอรี่ชนิดที่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น ทำให้ในแต่ละปีประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก