โครงการฉลากเขียว

ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับผลิตภัณฑ์
แบตเตอรี่ปฐมภูมิ
(Primary Battery)

คณะกรรมการโครงการฉลากเขียว
อนุมัติ
10 มีนาคม 2553

สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว
สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ฉลากเขียว (Green label หรือ eco-label)

"ฉลากเขียว" คือ ฉลากที่ให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน

ข้อดีของการมีฉลากเขียวติดอยู่บนผลิตภัณฑ์ก็คือ ใช้เป็นเครื่องหมายให้กับผู้บริโภคทราบว่าผลิตภัณฑ์นั้นเน้นคุณค่าทางสิ่งแวดล้อม ผู้บริโภคจะได้เลือกซื้อถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ในส่วนผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายจะได้รับผลประโยชน์ในแง่กำไรเนื่องจากมีการบริโภคผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมากขึ้น ผลักดันให้ผู้ผลิตรายอื่นๆ ต้องแข่งขันกันปรับปรุงคุณภาพของสินค้าหรือบริการของตนในด้านเทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการยอมรับของประชาชนและส่งผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแก่ผู้ผลิตเองในระยะยาว ฉลากเขียวจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยป้องกันรักษาธรรมชาติผ่านทางการผลิตและการบริโภคของประชาชน

โครงการฉลากเขียวของประเทศไทย

ฉลากเขียวเริ่มใช้เป็นครั้งแรกในประเทศเยอรมนีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 และได้รับการตอบสนองจากผู้บริโภคชาวเยอรมันเป็นอย่างดี ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ มากกว่า 20 ประเทศได้มีการจัดทำโครงการฉลากเขียว

สำหรับประเทศไทยคณะกรรมการนักธุรกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย (Thailand Business Council for Sustainable Development, TBCSD) ได้ริเริ่มโครงการฉลากเขียว เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2536 และได้รับความเห็นชอบและความร่วมมือจากกระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และองค์กรเอกชนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้ปฏิบัติออกมาเป็นรูปธรรม จึงนับว่าเป็นโครงการที่เกิดจากการร่วมมือระหว่างภาครัฐบาล เอกชน และองค์กรกลางต่าง ๆ โดยมีสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยทำหน้าที่เป็นเลขานุการ

หลักการในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคทั่วไปในชีวิตประจำวัน
- คำนึงถึงผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และคุณประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมที่ได้รับเมื่อผลิตภัณฑ์นั้นถูกจำหน่ายออกสู่ตลาด
- มีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยากและไม่เสียค่าใช้จ่ายสูง ในการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางสิ่งแวดล้อมตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตมีทางเลือกอื่นในการผลิตที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า

ผลิตภัณฑ์ฉลากเขียว

ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือกให้ออกข้อกำหนดสำหรับขอรับฉลากเขียว ได้แก่

1. ผลิตภัณฑ์พลาสติกแปรใช้ใหม่	2. หลอดฟลูออเรสเซนซ์	3. ตู้เย็น
4. สี	5. เครื่องสุขภัณฑ์	6. แบตเตอรี่ปฐมภูมิ
7. เครื่องปรับอากาศ	8. กระดาษ	9. สเปรย์
10. สารซักฟอก	11. ก๊อกน้ำและอุปกรณ์ประหยัดน้ำ	12. คอมพิวเตอร์
13. เครื่องซักผ้า	14. ฉนวนกันความร้อน	15. ฉนวนยางกันความร้อน
16. มอเตอร์	17. ผลิตภัณฑ์ทำจากผ้า	18. บริการซักน้ำและซักแห้ง
19. แชมพู	20. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดถ้วยชาม	21. น้ำมันหล่อลื่น
22. เครื่องเรือนเหล็ก	23. ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ยางพารา	24. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
25. สบู่	26. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้นผิว	27. ผลิตภัณฑ์ลบคำผิด
28. เครื่องถ่ายเอกสาร	29. สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	30. เครื่องเขียน
31. ตลับหมึก	32. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ	33. สีเคลือบกระเบื้องมุงหลังคา
34. โทรศัพท์มือถือ	35. เครื่องโทรสาร	36. รถยนต์นั่ง
37. เครื่องรับโทรทัศน์	38. เครื่องพิมพ์	39. เครื่องเล่น/บันทึกสัญญาณภาพและเสียง
40. แผ่นอัดสำหรับงานอาคาร ตกแต่ง และอุตสาหกรรมเครื่องเรือน	41. กระเบื้องซีเมนต์มุงหลังคา	42. เครื่องดับเพลิง
43. กระเบื้องดินเผามุงหลังคา	44. กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา	45.หมึกพิมพ์

ปัจจัยที่ใช้พิจารณาเพื่อออกข้อกำหนด

ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดขึ้น จะแตกต่างไปตามประเภทของผลิตภัณฑ์และความเสียหายของสิ่งแวดล้อมในแง่มุมต่าง ๆ ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยทั่วไปจะคำนึงถึง

- การจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งที่เป็นทรัพยากรหมุนเวียน (renewable resources) และทรัพยากรไม่หมุนเวียน (nonrenewable resources)
- การลดภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศ โดยส่งเสริมให้มีการผลิต การขนส่ง การบริโภค และการกำจัดทิ้งหลังใช้แล้วอย่างมีประสิทธิภาพ
- การนำขยะมูลฝอยทั่วไปและขยะอันตรายกลับมาใช้ซ้ำ (reuse) หรือ แปรสภาพกลับมาใช้ใหม่ (recycle)

การสมัครขอใช้ฉลากเขียว

การขอใช้ฉลากเขียวเป็นความสมัครใจของผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่าย หรือผู้ให้บริการที่ต้องการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีกฎหมายบังคับ ผู้ประสงค์จะสมัครขอใช้ฉลากเขียว สามารถขอรับเอกสารเพื่อกรอกข้อความได้ที่สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยและเสียค่าสมัคร 1,000 บาท สถาบันฯ

และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจะตรวจสอบเอกสารและหลักฐาน และจัดทำสัญญาอนุญาตให้ใช้เครื่องหมายรับรองฉลากเขียวในการโฆษณาและติดที่ผลิตภัณฑ์เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการตรวจสอบตามข้อกำหนดแล้ว ผู้สมัครจะต้องเสียค่าธรรมเนียมการใช้ฉลากเขียวเป็นจำนวนเงิน 5,000 บาทต่อแบบหรือเครื่องหมายการค้าต่อปี ถ้าประสงค์จะใช้ฉลากเขียวต่อหลังจากครบกำหนดแล้ว ผู้สมัครต้องต่อสัญญาใหม่ โดยสัญญามีอายุไม่เกิน 3 ปี

ถ้าท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับฉลากเขียวสามารถติดต่อสอบถามได้ที่ :
สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
16/151 อาคารสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
เมืองทองธานี ถ.แจ้งวัฒนะ ปากเกร็ด นนทบุรี 11120
โทรศัพท์ 0-2503-3333 ต่อ 315 , 316 หรือ www.tei.or.th

คณะอนุกรรมการเทคนิคคณะที่ 8
แบตเตอรี่ปฐมภูมิ

ประธานอนุกรรมการ

นางปิยาณี ตั้งทองทวี	นักวิทยาศาสตร์ ระดับชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนอนุรักษ์โอโซน กรมโรงงานอุตสาหกรรม

อนุกรรมการ

นางศิริพร ช่างการ	นักวิชาการมาตรฐานระดับชำนาญการ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
นายสุรินทร์ อรรถกิจการค้า	นักวิทยาศาสตร์ ระดับชำนาญการพิเศษ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
นางสาวดารารัตน์ รื่นรมย์สุข	ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ กรมควบคุมมลพิษ
นางมีนา พิทยโสภณกิจ	สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
ดร.เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์	นักวิจัย (เชี่ยวชาญ) ระดับ 9 สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายสมโภชน์ ทรัพย์สิน	กรรมการผู้จัดการ บริษัทสหมิตร เอ็นเทค จำกัด
นายณัฐวุฒ ยอดกลกิจ นางแสงจันทร์ เจริญศึกษา	ผู้ช่วยผู้จัดการ บริษัท พานาโซนิค เอเนอร์จี (ประเทศไทย) จำกัด
นายเมธี รักษ์ศิลป์ดี	เจ้าหน้าที่ฝ่ายการตลาด บริษัท พานาโซนิค ซิว เซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด

อนุกรรมการและเลขานุการ

นายปฐม ชัยพฤกษทล นางสาววีณา จิตรนิรัตน์ นางสาวถนอมลาภ รัชวัตร์	ฝ่ายเลขานุการโครงการฉลากเขียว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

TGL-6-R1-10

จัดทำโดย

คณะอนุกรรมการเทคนิคคณะที่ 8

โครงการฉลากเขียว

---

1. เหตุผล

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (primary battery) มีคุณสมบัติในการให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าชนิดกระแสตรงที่ได้จากกระบวนการเคมี เมื่อใช้งานจนไฟหมดต้องทิ้งไป ไม่สามารถนำไปประจุไฟกลับให้เต็มใหม่ได้ นอกจากนี้ การทำลายแบตเตอรี่ปฐมภูมิที่ใช้แล้วเป็นปัญหาที่สำคัญ เมื่อแบตเตอรี่ปฐมภูมิถูกเผาจะปล่อยไอของโลหะหนักไปในอากาศ ไอของโลหะหนักสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางจมูก ปาก และผิวหนัง เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะมีปฏิกิริยาแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งจะไปขัดขวางปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่จะให้พลังงานแก่ร่างกาย และจะปรากฏผลออกมาในรูปของการแสดงอาการผิดปกติต่างๆ ของร่างกาย

การให้ฉลากเขียวแก่แบตเตอรี่ปฐมภูมิ จะช่วยลดปริมาณโลหะหนักที่ถูกปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมลง จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ลดการปนเปื้อนของสารเคมีในธรรมชาติ ประหยัดทรัพยากร ลดปริมาณการเกิดขยะ ตลอดจนลดภาระในการบำบัดกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นได้

2. ขอบเขต

“แบตเตอรี่ปฐมภูมิ ”ในที่นี้ครอบคลุมเฉพาะ แบตเตอรี่ปฐมภูมิที่มีอิเล็กโทรไลต์เหลว

3. บทนิยาม

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (primary battery) หมายถึงเซลล์ปฐมภูมิหนึ่งเซลล์หรือมากกว่า รวมทั้งเปลือกหุ้ม ขั้ว และเครื่องหมาย

แบตเตอรี่แบบกระดุม (button battery) หมายถึง แบตเตอรี่แบบกลมขนาดเล็กที่มีความสูงโดยรวมน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง

เซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) หมายถึง แหล่งกำเนิดของพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการแปลงเปลี่ยนโดยตรงของพลังงานเคมีที่ไม่ได้ถูกออกแบบให้ประจุไฟกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอื่น

แบตเตอรี่รูปทรงกระบอก (cylindrical battery) หมายถึง แบตเตอรี่ปฐมภูมิรูปทรงเรขาคณิตทรงกระบอกที่มีความสูงโดยรวมเท่ากับหรือมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง

แบตเตอรี่รูปทรงเหลี่ยม (prismatic battery) หมายถึง แบตเตอรี่ปฐมภูมิรูปทรงเรขาคณิตแบบไม่กลม

4. ข้อกำหนดทั่วไป

4.1 แบตเตอรี่ปฐมภูมิ ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2219 และ 2266 หรือ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามวิธีทดสอบที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ ได้รับการรับรองตามมาตรฐานระหว่างประเทศที่เป็นที่ยอมรับ หรือ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามวิธีทดสอบที่กำหนดไว้ในมาตรฐานระหว่างประเทศดังกล่าว

4.2 ผู้ผลิตและผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ต้องปฏิบัติตามกฎหมายและข้อบังคับที่กำหนดไว้ในเรื่องการผลิต การขนส่ง และการกำจัดของเสีย

5. ข้อกำหนดพิเศษ

5.1 ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ที่ยอมให้มีได้ในแบตเตอรี่ปฐมภูมิต้องไม่เกิน 0.1 10.0 และ 1.0 ppm ตามลำดับ[1]

5.2 บรรจุภัณฑ์

5.2.1 หมึก สี เม็ดสี (pigment) หรือ สารเติมแต่ง (additive) อื่นๆ ที่ใช้พิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ มีส่วนผสมของโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม (คำนวณเป็นตะกั่ว) ต่อสีที่เป็นน้ำหนักแห้ง (dry basis) ได้ไม่เกิน 100 ppm

5.2.2 กรณีบรรจุภัณฑ์พลาสติก

- ต้องใช้พลาสติกที่สามารถนำกลับมาผ่านกระบวนการผลิตเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใหม่ได้

[1] ข้อกำหนด Nordic Ecolabelling of Primary batteries Version 3.5 • 17 December 2002 – 31 March 2011 http://www.svanen.nu/Default.aspx?tabName=CriteriaDetailEng&menuItemID=7056&pgr=1

- ต้องไม่มีส่วนผสมของพอลิเมอร์ที่มีสารฮาโลเจนเป็นส่วนประกอบ

5.2.3 กรณีบรรจุภัณฑ์กระดาษ

- ต้องทำจากเยื่อเวียนทำใหม่อย่างน้อยร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก

5.3 มีการเรียกคืนซากแบตเตอรี่ปฐมภูมิ และนำกลับมาจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ หรือมีแผนการเรียกคืนซากแบตเตอรี่ปฐมภูมิ และมีการจัดการที่เหมาะสม

6. วิธีทดสอบ

6.1 ผู้ผลิตต้องยื่นหลักฐานใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตามประเภทของผลิตภัณฑ์นั้นๆ หรือแสดงรายงานผลการทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท หรือ แสดงรายงานผลการทดสอบตามมาตรฐานระหว่างประเทศ หรือมาตรฐานระดับประเทศที่เป็นที่ยอมรับ

6.2 ผู้ผลิตต้องยื่นหลักฐานแสดงปริมาณโลหะหนัก ตามข้อกำหนดที่ 5.1 โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรสโกปี (atomic absorption spectroscopy) หรือ วิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

6.3 ผู้ผลิตต้องยื่นหลักฐานผลทดสอบปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก (คำนวณเป็นตะกั่ว) ในหมึก สี เม็ดสี หรือ สารเติมแต่งอื่นๆ ที่ใช้พิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ ตามข้อกำหนดที่ 5.2.1 โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรสโกปี (atomic absorption spectroscopy) หรือ วิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือ แสดงหลักฐานยืนยันปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคโลหะหนัก ซึ่งลงนามรับรองโดยกรรมการผู้จัดการบริษัทผู้ผลิตสี

6.3 ผู้ผลิตต้องเสนอตัวอย่างบรรจุภัณฑ์เพื่อตรวจพินิจและเสนอหลักฐานรับรองว่าเป็นไปตามข้อกำหนดที่ 5.2.2 ลงนามกำกับโดยกรรมการผู้จัดการ หรือ ผู้มีอำนาจลงนามของบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์

6.4 ผู้ผลิตต้องยื่นหนังสือรับรองว่าไม่ได้ใช้พลาสติกที่มีส่วนผสมของพอลิเมอร์ที่มีสารฮาโลเจนเป็นส่วนประกอบ และลงนามกำกับโดยกรรมการผู้จัดการ หรือผู้มีอำนาจลงนามของบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์

6.5 ผู้ผลิตต้องยื่นหนังสือรับรองว่าบรรจุภัณฑ์กระดาษทำจากเยื่อเวียนทำใหม่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก ตามข้อกำหนดที่ 5.2.3 และลงนามกำกับโดยกรรมการผู้จัดการหรือผู้มีอำนาจลงนามของบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์

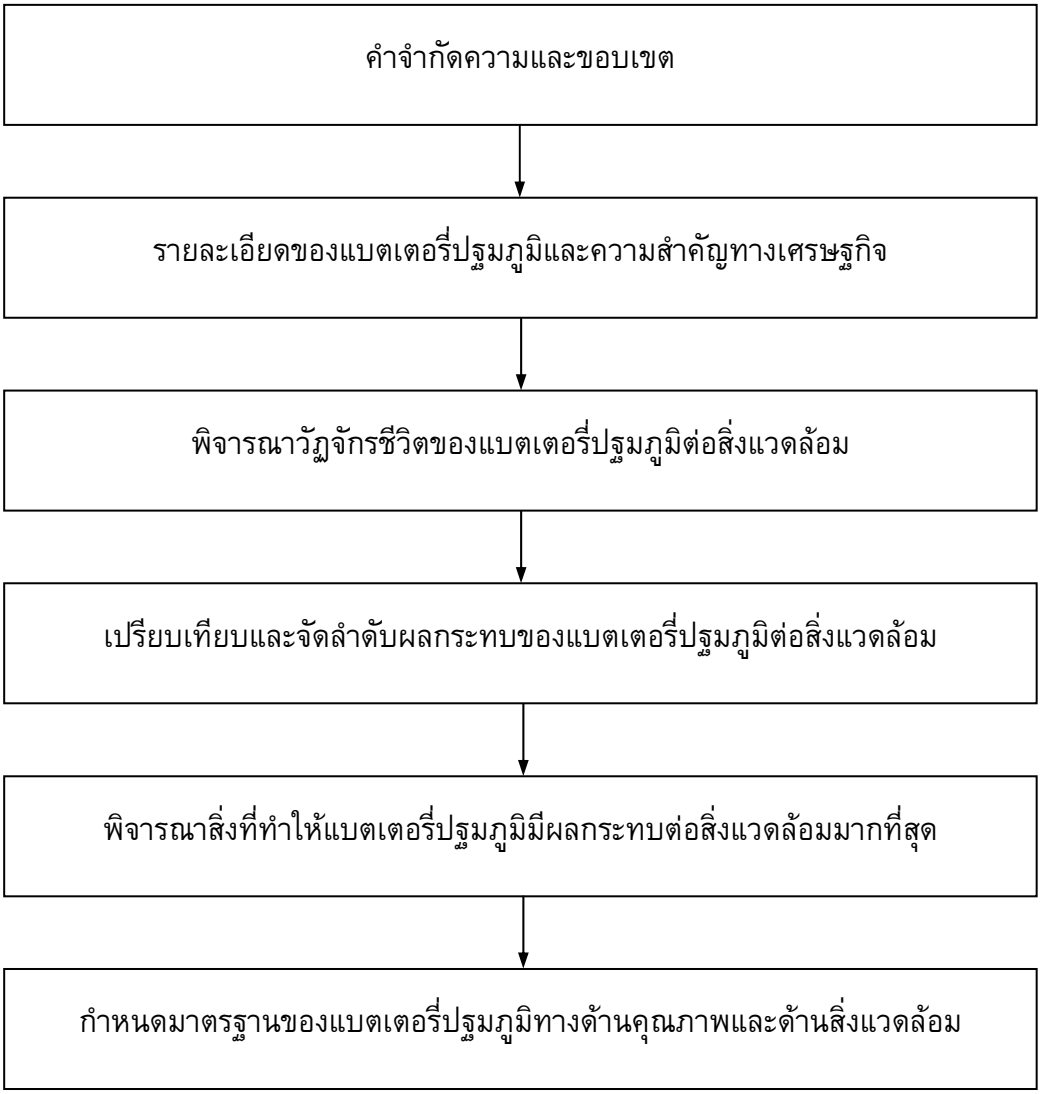
6.6 ผู้ผลิตต้องแสดงหลักฐานหรือแผนการเรียกคืนซากแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ที่สามารถนำมาปฏิบัติได้เป็นรูปธรรม หลักฐานหรือแผนงานนี้ต้องผ่านการรับรองจากกรรมการผู้จัดการบริษัทฯ

หมายเหตุ: การทดสอบต้องทำในห้องปฏิบัติการดังต่อไปนี้

- ห้องปฏิบัติการของราชการ หรือ ห้องปฏิบัติการของเอกชนอิสระที่ได้รับการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 17025

ภาคผนวก

1. ขั้นตอนการร่างข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับแบตเตอรี่ปฐมภูมิ



2. รายละเอียดของแบตเตอรี่ปฐมภูมิและความสำคัญทางเศรษฐกิจ

2.1 พัฒนาการของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีพัฒนาการมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 ได้มีการค้นพบว่า มีการใช้แบตเตอรี่ตั้งแต่สมัย บาบิโลเนียน เมื่อประมาณ 500 ปีก่อนคริสตศักราช แต่แบตเตอรี่ที่มีใช้ในปัจจุบัน เป็นการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์เมื่อ 200 ปีที่แล้ว [11] ปัจจุบันสามารถพบเห็นอุปกรณ์เหล่านี้หลากหลายแบบได้ในท้องตลาด เพราะได้รับการออกแบบและผลิตมาให้เหมาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตั้งแต่ของธรรมดาอย่างกระบอกไฟฉายนาฬิกาปลุกไปจนถึงอุปกรณ์ไฮเทคอย่างกล้องถ่ายรูปดิจิตอล โทรศัพท์มือถือ เครื่องเล่น MP3 ตลอดจนสินค้าอื่นๆ [12]

เชื่อกันว่าหลักฐานชิ้นแรกสุดที่เป็นไปได้ว่าจะเป็นแบตเตอรี่ในประวัติ ศาสตร์โลก คือ วัตถุที่เรียกว่าแบตเตอรี่แบกแดด (Baghdad Battery) คาดว่ามีอายุในช่วง 250 ปีก่อนคริสตกาล ถึงคริสตศักราช 640 สำหรับพัฒนาการของแบตเตอรี่ในยุคใหม่นั้น เริ่มต้นที่ ที่พัฒนาขึ้นโดยนักฟิสิกส์ชาวอิตาลี นามว่า อาเลสซานโดร โวลตาเมื่อ ค.ศ.1800 ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ทั่วโลกสามารถสร้างรายได้จากการขายปีละ 4.8 หมื่นล้านดอลาร์สหรัฐเลยทีเดียว [11]

ถ่านไฟฉายธรรมดาเป็นเซลล์ไฟฟ้าชนิด เซลล์คาร์บอน-สังกะสี (carbon-zinc cell) ถูกประดิษฐ์ขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1866 โดยชอร์ช แลกลองเช (Georges Leclanch) วิศวกรชาวฝรั่งเศส ชื่อเซลล์คาร์บอน-สังกะสีบอกถึงองค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้ว่า ประกอบด้วย แท่งคาร์บอนหรือแท่งถ่านทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากแคโทด ซึ่งสารที่ทำหน้าที่เป็นแคโทดคือสารแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) โดยผสมร่วมกับผงถ่าน ส่วนแอโนดคือ กระป๋องสังกะสี (zinc) ตัวกระป๋องนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแอโนดแล้วยังใช้บรรจุสารแคโทดด้วย โดยมีชั้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) และซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) ทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนด [12]

ถ่านแอลคาไลน์เป็นถ่านไฟฉายที่เกิด ในปี ค.ศ. 1959 พัฒนาขึ้นโดย ลิวอิส เออร์รี (Lewis Urry) วิศวกรของบริษัทผลิตถ่านไฟฉายเอเวอร์เรดี้ (Eveready) ถ่านแอลคาไลน์มีจุดเด่นที่สามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าถ่านธรรมดา 4 – 9 เท่า (ขึ้นอยู่กับสภาวะการใช้งาน) และมีช่วงอุณหภูมิของการใช้งานกว้างกว่าถ่านธรรมดา

การพัฒนาถ่านไฟฉายแอลคาไลน์ของลิว วิสได้ต้นแบบมาจากแบตเตอรี่แอลคาไลน์ที่โธมัส เอดิสันพัฒนาขึ้นระหว่างปลายทศวรรษที่ 1890 ถึงต้นทศวรรษที่ 1900 แบตเตอรี่แอลคาไลน์ของเอดิสันใช้โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) ซึ่งมีฤทธิ์เบสเป็นสารละลายอิเล็กโทร

ไลต์ ใช้เหล็กเป็นแอโนด และใช้สารประกอบนิกเกิลออกไซด์ (nickel oxide) เป็นแคโทด ขณะที่ลิวอิสใช้สารแมงกานีสไดออกไซด์เป็นแคโทด ส่วนแอโนด ลูอิสเปลี่ยนจากการใช้ถ้วยสังกะสีเป็นผงสังกะสีแทน และใช้สารโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แทน [12]

ถ่านเมอร์คิวริกออกไซด์ (mercuric oxide) เป็นแบตเตอรี่หรือเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีประสิทธิภาพการจ่ายไฟฟ้าในอัตราคงที่ สูง โดยทั่วไปถ่านชนิดนี้มีขนาดเล็ก สามารถให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 1.35 โวลต์ ซึ่งเหมาะสำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้อย่าง นาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เกมส์กด ฯลฯ ถ่านเมอร์คิวริกออกไซด์ถูกประดิษฐ์ขึ้นในปี ค.ศ. 1950 โดย แซมมวล รูเบน (Samuel Ruben) นักประดิษฐ์อิสระ ถ่านเมอร์คิวริกออกไซด์สามารถใช้สารเมอร์คิวริกออกไซด์ผสมสารแมงกานีส ไดออกไซด์ หรือใช้เฉพาะสารเมอร์คิวริกออกไซด์เป็นแคโทดอย่างเดียวก็ได้ สำหรับแอโนดจะใช้สังกะสีในรูปโลหะผงเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของการเกิด ปฏิกิริยาเคมีให้มากขึ้น [12]

แบตเตอรี่ซิลเวอร์ออกไซด์ (silver oxide) หรืออาจจะเรียกว่า แบตเตอรี่ซิลเวอร์-ซิงค์ (silver-zinc battery) ก็ได้ เป็นแบตเตอรี่อีกชนิดที่ใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ชนิดด่าง แบตเตอรี่ซิลเวอร์ออกไซด์ถูกประดิษฐ์ขึ้นในช่วงเวลาไล่เลี่ยกับแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์ แบตเตอรี่ชนิดนี้ให้แรงดันไฟฟ้า 1.6 โวลต์สูงกว่า แบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์เล็กน้อย แบตเตอรี่ซิลเวอร์ออกไซด์มีส่วนประกอบคล้ายกับแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์ คือใช้สังกะสีเป็นแอโนด กับใช้ซิลเวอร์ออกไซด์เป็นแคโทด และสามารถเลือกใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้ 2 ชนิดคือ สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ นอกจากนี้ยังผลิตออกมาในลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็กเหมือนแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์ด้วย [12]

แบตเตอรี่ลิเทียมเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่มีประสิทธิภาพในการจ่ายไฟสูง สามารถให้แรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 1.5 - 4 โวลต์ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่นำมาเป็นแคโทด แบตเตอรี่ลิเทียมถูกประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกโดยกิลเบิร์ท เอ็น. ลิวอิส (Gilbert N. Lewis) ในปี ค.ศ. 1912 แต่กว่าที่นักวิทยาศาสตร์จะสามารถพัฒนาแบตเตอรี่ลิเทียมให้ปลอดภัยเพียงพอ สำหรับการใช้งานจริงก็ต้องรอถึงช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 [12]

2.2 ประเภทของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (primary battery) เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ (non-rechargeable batteries) หรือที่มักเรียกกันว่า “ถ่าน” มีอยู่หลายชนิด [11] [12]

2.2.1 ถ่านไฟฉายธรรมดา

ถ่านไฟฉายธรรมดา หรือ ถ่านไฟฉายทั่วไป เป็นเซลล์ไฟฟ้าชนิดเซลล์คาร์บอน- สังกะสี (carbon-zinc cell) ประกอบด้วยแท่งคาร์บอนหรือแท่งถ่าน ทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากแคโทด ซึ่งสารที่ทำหน้าที่เป็นแคโทด คือ สารแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) โดยผสมร่วมกับผงถ่าน ส่วนแอโนดคือ กระป๋องสังกะสี (zinc) นอกจากนี้กระป๋องสังกะสียังใช้บรรจุสารแคโทดด้วย โดยมีชั้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) และซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) ทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนด

ปฏิกิริยาเคมีของถ่านไฟฉายจะเกิดอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งสารแมงกานีสไดออกไซด์ทำปฏิกิริยาจนหมด ซึ่งผู้ใช้ควรทำการถอดถ่านออกจากตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ยังอยู่ในก้อนถ่านไฟฉายมีฤทธิ์เป็นกรด อาจก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีกับกระป๋องสังกะสีต่อได้ ส่งผลให้สารเคมีภายในรั่วไหลออกมา สร้างความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้

จุดเด่นของถ่านไฟฉายธรรมดา คือ ราคาถูกและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ แต่จุดด้อย คือ ถ่านไฟฉายชนิดนี้ให้พลังงานได้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับถ่านชนิดอื่น นอกจากนี้หากเก็บในสถานที่มีอุณหภูมิที่ร้อนหรือเย็นเกินไปจะมีผลทำให้ ประสิทธิภาพของถ่านลดลง

ถ่านไฟฉายบางชนิดจะติดคำว่า “Heavy Duty” ไว้ที่ฉลาก ซึ่งเป็นเซลล์คาร์บอน-สังกะสีเหมือนถ่านไฟฉายธรรมดา แต่มีประสิทธิภาพการจ่ายไฟสูงกว่าถ่านไฟฉายธรรมดา ถ่านเฮฟวี่ดิวตี้ (Heavy Duty) เป็นถ่านที่พัฒนามาจากถ่านคาร์บอน-สังกะสี ดังนั้นถ่านจึงมีโครงสร้างและส่วนประกอบเหมือนถ่านไฟฉายธรรมดาเกือบทั้งหมด ยกเว้นแค่ถ่านเฮฟวี่ดิวตี้ใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์เป็นสารอิเล็กโทรไลต์เพียงชนิดเดียว

2.2.2 ถ่านแอลคาไลน์

ถ่านแอลคาไลน์มีจุดเด่นที่สามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าถ่านธรรมดา 4 – 9 เท่า (ขึ้นอยู่กับสภาวะการใช้งาน) และมีช่วงอุณหภูมิของการใช้งานกว้างกว่าถ่านธรรมดา

การพัฒนาถ่านไฟฉายแอลคาไลน์ของลิวอิสได้ต้นแบบมาจากแบตเตอรี่แอลคาไลน์ที่ โธมัส เอดิสันพัฒนาขึ้นระหว่างปลายทศวรรษที่ 1890 ถึงต้นทศวรรษที่ 1900 แบตเตอรี่แอลคาไลน์ของเอดิสันใช้โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) ซึ่งมีฤทธิ์เบสเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ใช้เหล็กเป็นแอโนด และใช้สารประกอบนิกเกิลออกไซด์ (nickel oxide) เป็นแคโทด ขณะที่ลิวอิสใช้สารแมงกานีสไดออกไซด์

เป็นแคโทด ส่วนแอโนด ลูอิสเปลี่ยนจากการใช้ถ้วยสังกะสีเป็นผงสังกะสีแทน และใช้สารโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แทน

ถ่านแอลคาไลน์ที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดมีประสิทธิภาพการให้พลังงานสูงกว่า ถ่านต้นแบบของลิวอิสมาก เพราะได้ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นการเลือกใช้ผงสังกะสี ที่มีความบริสุทธิ์สูง และมีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกัน เลือกใช้แมงกานีสไดออกไซด์สังเคราะห์แทนแร่แมงกานีสไดออกไซด์จากธรรมชาติ เพราะมีความบริสุทธิ์มากกว่า ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีความสม่ำเสมอมากขึ้น และยังมีการเติมสารซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) ลงไปเพื่อชะลอการกร่อนของผงสังกะสีด้วย

2.2.3 ถ่านกระดุม

ถ่านประเภทนี้มักใช้ทั่วไปกับนาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เครื่องช่วยฟัง กล้องถ่ายรูป และเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กอื่น ๆ ส่วนประกอบที่สำคัญของถ่านประเภทนี้คือ ปรอทซิลเวอร์ออกไซด์ แคดเมี่ยม หรือลิเทียม การจำแนกชนิดจึงมักเรียกตามเซลล์ที่เป็นส่วนประกอบ ดังนี้

(1) ถ่านเมอร์คิวริกออกไซด์

ถ่านเมอร์คิวริกออกไซด์ (mercuric oxide) เป็นแบตเตอรี่หรือเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีประสิทธิภาพการจ่ายไฟฟ้าในอัตราคงที่สูง โดยทั่วไปถ่านชนิดนี้มีขนาดเล็ก สามารถให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 1.35 โวลต์ ซึ่งเหมาะสำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้หลายชนิด เช่น นาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เกมส์กด เป็นต้น ถ่านเมอร์คิวริกออกไซด์สามารถใช้สารเมอร์คิวริกออกไซด์ผสมสารแมงกานีส ไดออกไซด์หรือใช้เฉพาะสารเมอร์คิวริกออกไซด์เป็นแคโทดอย่างเดียวก็ได้ สำหรับแอโนดจะใช้สังกะสีในรูปโลหะผงเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้มากขึ้น

ในส่วนของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สามารถเลือกใช้สารอิเล็กโทรไลต์ได้ 2 ชนิด ด้วยกันคือ สารละลายโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) หรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งความแตกต่างของการเลือกใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ทั้งสองชนิด คือ ถ่านที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟได้น้อยแต่ให้แรงดันไฟฟ้าคงที่ได้ดี ซึ่งเหมาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างเครื่องคิดเลข เครื่องช่วยฟัง (hearing aids) นาฬิกาข้อมือแบบเข็ม ส่วนถ่านที่ใช้สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะสามารถจ่ายกระแสไฟได้มากกว่า จึงเหมาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่

ต้องการกระแสไฟมากกว่า เช่น กล้องถ่ายรูปดิจิตอลที่มีไฟแฟลช หรือนาฬิกาดิจิตอลที่มีไฟเรืองแสง เป็นต้น

แบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์มีจุดเด่น คือ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในอัตราคงที่เกือบตลอดอายุการใช้งาน และมีอายุการเก็บรักษานานเป็นปี แต่มีจุดด้อย คือ ราคาแพง และการใช้สารประกอบโลหะปรอทในแบตเตอรี่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้แบตเตอรี่ชนิดนี้ถูกห้ามจำหน่ายในหลายประเทศ

(2) ถ่านซิลเวอร์ออกไซด์

แบตเตอรี่ซิลเวอร์ออกไซด์ (silver oxide) หรือ แบตเตอรี่ซิลเวอร์-ซิงค์ (silver-zinc battery) เป็นแบตเตอรี่อีกชนิดที่ใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ชนิดด่าง มีแรงดันไฟฟ้า 1.6 โวลต์ ซึ่งสูงกว่าแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์เล็กน้อย แบตเตอรี่ซิลเวอร์ออกไซด์มีส่วนประกอบคล้ายกับแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์ คือ ใช้สังกะสีเป็นแอโนด และใช้ซิลเวอร์ออกไซด์เป็นแคโทด และสามารถเลือกใช้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้ 2 ชนิด คือ สารละลายโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ นอกจากนี้ยังผลิตออกมาในลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็กเหมือนแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์ด้วย

แบตเตอรี่ซิลเวอร์ออกไซด์มีจุดเด่นเหมือนแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์ คือ สามารถจ่ายกระแสไฟคงที่ได้อย่างต่อเนื่องเกือบตลอดอายุการใช้งาน จึงใช้ทดแทนแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์ได้ อีกทั้งไม่มีส่วนผสมของสารประกอบโลหะหนัก แต่มีข้อด้อย คือ แบตเตอรี่ซิลเวอร์ออกไซด์มีราคาแพง และมีอายุการใช้งานสั้นกว่าแบตเตอรี่เมอร์คิวริกออกไซด์

(3) ถ่านลิเทียมแบบปฐมภูมิ

แบตเตอรี่ลิเทียมเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีประสิทธิภาพในการจ่ายไฟสูง สามารถให้แรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 1.5 - 4 โวลต์ ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่นำมาเป็นแคโทด ลิเทียมเป็นโลหะที่เบาที่สุดเมื่อเทียบกับโลหะอื่น แต่มีค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานสูงที่สุด อีกทั้งยังสามารถปลดปล่อยอิเล็กตรอนได้ง่าย ดังนั้น บริษัทผู้ผลิตแบตเตอรี่จึงพยายามวิจัยอย่างหนักเพื่อนำลิเทียมมาใช้ งาน แต่ลิเทียมเป็นโลหะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ (หรือไอน้ำในอากาศ) ได้ง่ายมาก โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนและได้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์ออกมา ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนสามารถระเบิดได้ ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงต้องกระทำใน

สภาพแวดล้อมที่แห้ง รวมถึงตัวเคส (case) หรือภาชนะบรรจุก็จำเป็นต้องปิดอย่างแน่นหนาเพื่อป้องกันไอน้ำในอากาศผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับโลหะภายใน

การที่ลิเทียมทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำได้ดี ทำให้ไม่สามารถใช้น้ำเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้เหมือนเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดอื่น ดังนั้น การวิจัยส่วนหนึ่งจึงมุ่งหาตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) ที่เหมาะจะเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ส่งผลให้แบตเตอรี่ลิเทียมมีความหลากหลายมากกว่าแบตเตอรี่แบบอื่น การแบ่งประเภทแบตเตอรี่ลิเทียมสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- *แบตเตอรี่ลิเทียมแคโทดของเหลว (liquid cathode lithium cell)* เช่น แบตเตอรี่ลิเทียม-ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (lithium-sulfur dioxide) แบตเตอรี่ลิเทียมไทโอนิลคลอไรด์ (lithium thionyl chloride) เป็นต้น
- *แบตเตอรี่ลิเทียมแคโทดของแข็ง (solid cathode lithium)* เช่น แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (lithium-manganese oxide) แบตเตอรี่ลิเทียมโพลีคาร์บอนโมโนฟลูออไรด์ (lithium polycarbon monofluoride) เป็นต้น
- *แบตเตอรี่ลิเทียมอิเล็กโทรไลต์ของแข็ง (solid electrolyte lithium)* เช่น แบตเตอรี่ลิเทียมไอโอดีน (lithium iodine) หรือแบตเตอรี่ลิเทียม-เหล็ก (lithium-iron) เป็นต้น

(4) ถ่านลิเทียมแมงกานีสออกไซด์

แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมแคโทดของแข็งชนิดหนึ่ง ที่ให้แรงดันไฟฟ้า 3 โวลต์ แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ มีทั้งแบบเหรียญ (coin cell) และแบบก้อนทรงกระบอก

แบตเตอรี่ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ ใช้สารแมงกานีสไดออกไซด์ผสมกับผงถ่านและสารยึดติดเพื่อทำเป็นแคโทด มีลิเทียมเปอร์คลอเรต (lithium perchlorate) ละลายในโพรพิลีนคาร์บอเนต (propylene carbonate) เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้แอโนดที่ทำจากแผ่นโลหะลิเทียมบาง และด้วยเหตุที่โลหะลิเทียมเกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ดี ดังนั้นกระบวนการผลิตจึงต้องกระทำภายใต้บรรยากาศก๊าซอาร์กอนบริสุทธิ์ซึ่งเป็นก๊าซเฉื่อย เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่มีปริมาณน้ำเกิน 50 ส่วนในล้านส่วน (ppm)

แบตเตอรี่ลิเทียมมีจุดเด่นหลายอย่าง คือ น้ำหนักเบา มีค่าแรงดันไฟฟ้าสูง มีความหนาแน่นไฟฟ้าสูง มีอายุการเก็บรักษาหลายปี สามารถใช้งานได้ในช่วง

อุณหภูมิกว้าง และสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ได้เกือบตลอดอายุการใช้งาน แต่มีจุดด้อย คือ ราคาแพง

2.3 วัตถุดิบที่ใช้

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ได้แก่ แร่แมงกานีส ผงเขม่าดำ แท่งคาร์บอน แท่งสังกะสี และสารเคมีบางตัว เช่น ซิงก์คลอไรด์ แอมโมเนียมคลอไรด์ เมอร์คิวริกคลอไรด์ ซิงก์ออกไซด์ วัตถุดิบเหล่านี้ส่วนใหญ่จะนำเข้าจากต่างประเทศ แต่ก็มีบางส่วน เช่น แร่แมงกานีส สังกะสี ที่สามารถหาได้ภายในประเทศ

2.3.1 แร่แมงกานีสหรือแร่ไพโรลูไซต์

ทำหน้าที่เป็นตัวดีโพลาไรส์ รวมตัวกับก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นรอบๆ แท่งคาร์บอน ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนจะเป็นตัวขัดขวางไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวก และช่วยป้องกันไม่ให้สารละลายนำไฟฟ้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับแท่งคาร์บอน แร่แมงกานีสที่นำมาใช้ควรจะมีความบริสุทธิ์ ปราศจากทองแดง นิกเกิล และโคบอลต์ และปริมาณเหล็กที่ผสมอยู่จะต้องไม่เกินร้อยละ 1 ส่วนใหญ่จะใช้แร่แมงกานีสที่เกิดตามธรรมชาติ นำมาผสมกับแร่แมงกานีสที่สังเคราะห์ขึ้น เพื่อให้อายุการใช้งานของเซลล์ดีขึ้น

2.3.2 อะเซทิลีน แบล็ก หรือแกรไฟต์ (acetylene black or graphite)

ใช้ผสมกับแมงกานีสไดออกไซด์เป็นตัวนำไฟฟ้า ช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดีขึ้น ถ้าใช้ชนิดที่เป็นธรรมชาติจะต้องนำมาบดให้ละเอียด แล้วใช้กรดเกลือกำจัดเหล็กที่ติดออกมาก่อน ไม่ควรให้มีตะกั่ว ทองแดง และซัลไฟด์ปนมาด้วย แต่โดยทั่วไปนิยมใช้อะเซทิลีนแบล็ก เนื่องจากสามารถอุ้มสารละลายนำไฟฟ้าไว้ในตัวดีโพลาไรซ์ได้สูง

2.3.3 แท่งคาร์บอน

ทำหน้าที่เป็นแกนกลางของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นตัวสะสมกระแสไฟฟ้าและเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากตัวดีโพลาไรส์ไปยังปลายขั้ว ก่อนนำมาใช้ต้องเคลือบด้วยพาราฟินเพื่ออุดรูพรุนป้องกันการรั่วไหลของก๊าซที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ขณะเดียวกันจะป้องกันไม่ให้สารละลายนำไฟฟ้ารั่วไหลออกมาภายนอกเซลล์ แท่งคาร์บอนที่ใช้ต้องมีความต้านทานต่ำ มีความบริสุทธิ์สูง และมีรูปร่างคงที่

2.3.4 แอมโมเนียมคลอไรด์

ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า ใช้เป็นส่วนผสมทั้งในสารละลายนำไฟฟ้าและตัวดีโพลาไรส์ นอกจากนี้ยังช่วยให้อายุของถ่านไฟฉายนานขึ้นด้วย

2.3.5 ซิงก์คลอไรด์

ใช้เป็นส่วนผสมทั้งในสารละลายนำไฟฟ้าและตัวดีโพลาไรส์ ซิงก์คลอไรด์ที่ใช้ควรจะอยู่ในรูปผลึกที่มีความบริสุทธิ์สูง สารละลายนำไฟฟ้าพวกซิงก์คลอไรด์มีข้อดี คือ ทนต่อการรั่วซึมได้ดี และเหมาะต่องานหนัก

2.3.6 ซิงก์ออกไซด์

ใช้เป็นส่วนผสมในสารละลายนำไฟฟ้า

2.3.7 เมอร์คิวริกคลอไรด์

ใช้เติมลงไปในสารละลายนำไฟฟ้า เพื่อเป็นตัวลดการผุกร่อนของกระบอกสังกะสี โดยจะรวมตัวเป็นอะมัลกัมกับกระบอกสังกะสี ปริมาณปรอทในแบตเตอรี่ปฐมภูมิแบบต่างๆ จะไม่เท่ากัน เช่น

- ถ่านไฟฉายแบบธรรมดา มีปรอทประมาณ 0-0.02% โดยน้ำหนักของถ่านไฟฉายทั้งก้อน
- ถ่านไฟฉายแอลคาไลน์ มีปรอทประมาณ 0.6% โดยน้ำหนักของถ่านไฟฉายทั้งก้อน
- ถ่านกระดุม ประเภทซิลเวอร์ออกไซด์ มีปรอทประมาณ 3.0% โดยน้ำหนักของถ่านไฟฉายทั้งก้อน
- ถ่านกระดุม ประเภทปรอทออกไซด์ มีปรอทประมาณ 33.0% โดยน้ำหนักของถ่านไฟฉายทั้งก้อน

2.3.8 แป้งเปียก

เป็นสารละลายผสมของแป้งซึ่งประกอบด้วยแป้งสาลี แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเหนียว ทำให้เป็นแป้งเปียก โดยการผสมกับสารละลายนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมให้ตัวดีโพลาไรส์และสารละลายนำไฟฟ้าติดเข้าด้วยกัน

2.3.9 แท่งสังกะสี

ใช้ทำเป็นกระบอกสังกะสี ทำหน้าที่เป็นขั้วลบและเป็นภาชนะบรรจุ ปกติจะใช้ในรูปสังกะสีเจือ (zinc alloy) ที่ประกอบด้วยตะกั่วประมาณ 0.3 % และแคดเมียม

ประมาณ 0.05 % เพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติในการขึ้นรูปและป้องกันการกัดกร่อน ตะกั่วช่วยเพิ่มคุณสมบัติให้ลื่น แต่จะต้องไม่เติมจนทำให้สังกะสีอ่อนตัว แคดเมียมช่วยกันไม่ให้สังกะสีถูกกัดกร่อนโดยสารละลายนำไฟฟ้ามากเกินไป และช่วยเพิ่มความแกร่งให้กับสังกะสีเมื่อนำไปดึงขึ้นรูป แต่ถ้าใส่แคดเมียมมากเกินไป จะทำให้ดึงขึ้นรูปไม่ได้ สังกะสีที่นำมาขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกแล้วก่อนนำมาใช้ต้องขจัดไขมันและทำความสะอาดก่อน

2.4 กระบวนการผลิต

รายละเอียดต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ชนิดถ่านไฟฉายแบบธรรมดา เนื่องจากมีการผลิตในประเทศไทย ส่วนถ่านแอลคาไลน์ และถ่านกระดุม ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ความแตกต่างระหว่างแบตเตอรี่ปฐมภูมิแบบต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 1 และคุณสมบัติเฉพาะของแบตเตอรี่ปฐมภูมิแต่ละขนาดแสดงไว้ในตารางที่ 2

2.4.1 ส่วนประกอบหลักของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ มีส่วนประกอบสำคัญ 6 ส่วนคือ

(1) แท่งคาร์บอน เป็นแกนกลางฝังอยู่ในเนื้อดินดำ ใช้เป็นขั้วบวก โดยปลายของแท่งคาร์บอนจะติดกับฝาเหล็กที่ต่อเชื่อมวงจรภายนอก

(2) ส่วนผสมของสารเคมีต่างๆ ประกอบด้วย

- แร่แมงกานีส ทำหน้าที่เป็นตัวดีโพลาไรส์ โดยรวมตัวกับก๊าซไฮโดรเจนซึ่งเกิดขึ้นรอบๆ แท่งคาร์บอน และช่วยไม่ให้สารละลายนำไฟฟ้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับแท่งคาร์บอน
- ผงเขม่าดำ (acetylene black) ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า (conductor) โดยรวมตัวกับอนุภาคของแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2 particle) ช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดีขึ้น
- sal ammoniac ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า และช่วยยืดอายุการใช้งาน
- น้ำ ช่วยให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้ดี และสามารถทำปฏิกิริยาได้อย่างสมบูรณ์

(3) ตัวกั้น (separator or seal) เป็นฉนวนกั้นระหว่างกระบอกสังกะสีกับฝาเหล็ก และกันไม่ให้น้ำยาหรือก๊าซรั่วไหลออกมาภายนอก อาจใช้ตัวกั้นที่เป็นกระดาษเคลือบ

ด้วยแป้งเปียกทั้ง 2 ด้าน หรือเคลือบบนด้านใดด้านหนึ่ง นำมาห่อก้อนถ่านแล้ววางลงในกระบอกสังกะสี หรือใช้ตัวกั้นที่มีลักษณะเป็นแป้งเปียก

(4) แผ่นเหล็กรองก้น (metal bottom) ที่ก้นของปลอกกระดาษจะมีแผ่นเหล็กรองอยู่ด้านล่าง ซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วลบของเซลเมื่อต่อกับวงจรภายนอก โดยส่วนนี้จะสัมผัสกับส่วนก้นของกระบอกสังกะสี และยังช่วยป้องกันความชื้นอีกด้วย เมื่อทำออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ขอบต่างๆ จะถูกเก็บเข้าไปด้านในและหุ้มทับส่วนที่เป็นสังกะสีทั้งหมด

(5) ปลอกหุ้มภายนอก (outside jacket) ใช้ป้องกันความชื้นจากภายนอกและภายใน มีทั้งปลอกเหล็กและปลอกกระดาษที่เคลือบสารเคมีบางอย่าง หรือเป็นปลอกพลาสติกพวกโพลิเอทิลีน หรือกระดาษเหนียวธรรมดา ปลอกนี้จะมีความสูงมาถึงขอบของกระบอกสังกะสี จึงทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นมิให้ก้อนถ่านสัมผัสกับกระบอกสังกะสีหลังจากที่ปิดผนึกด้านบนของก้อนถ่านแล้ว และยังทำหน้าที่เป็นตัวกั้นไม่ให้สารละลายนำไฟฟ้าซึมออกมาด้วย ด้านบนของก้อนถ่านจะมีกระดาษรูปทรงกลมปิดทับ และมียางมะตอยหรือขี้ผึ้งหรือพลาสติกปิดทับอีกทีหนึ่ง จุดประสงค์เพื่อเป็นตัวบังคับให้แท่งคาร์บอนอยู่ตรงกลาง และป้องกันไม่ให้ก้อนถ่านสัมผัสกับอากาศภายนอก และป้องกันไม่ให้สารละลายนำไฟฟ้าสูญหายไป ตอนบนของส่วนที่ปิดผนึกไว้จะมีฝาเหล็กปิดทับบนแท่งคาร์บอนอีกทีหนึ่ง เพื่อเป็นจุดรวมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ดีขึ้น และปิดผนึกให้เซลล์สมบูรณ์สะดวกต่อการใช้งาน ส่วนที่เป็นปลอกเหล็กมักจะใช้หุ้มปลอกกระดาษอีกทีหนึ่ง เพื่อเพิ่มความสวยงาม ใช้แสดงเครื่องหมายการค้า เป็นตัวกั้นการรั่วซึมของสารละลายนำไฟฟ้า และป้องกันความชื้นจากภายนอกและภายใน ช่วยให้แบตเตอรี่ปฐมภูมิเก็บไว้ได้นาน

(6) ฝาเหล็ก (metal top cap) ปิดทับบนแท่งคาร์บอน เพื่อเป็นจุดรวมของกระแสไฟฟ้า และปิดผนึกเซลล์ได้อย่างสมบูรณ์สะดวกต่อการใช้

ตารางที่ 1 ลักษณะของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ [14]

Common Name	Carbon-Zinc	Alkaline-Manganese Dioxide
Electrochemical system	Zinc-manganese dioxide (Leclanche' or carbon-zinc)	Zinc-alkaline manganese dioxide
Voltage per cell (average on load voltage in parenthesis) (V)	1.5 (1.2)	1.5 (1.25)
Negative electrode	Zinc	Zinc
Positive electrode	Manganese dioxide	Manganese dioxide
Electrolyte	Aqueous solution of ammonium chloride and zinc chloride	Aqueous solution of potassium hydroxide
Type	Primary	Primary and rechargeable
Number of cycles	10 to 20	50 to 60 rechargeable only
Input if rechargeable		Approximately 100% of energy withdrawn rechargeable only
Overall equation of reaction	$2MnO_2 + 2NH_4Cl + Zn \rightarrow ZnCl_2.2NH_3 + H_2O + Mn_2O_3$	$2Zn + 3MnO_2 \rightarrow 2ZnO + Mn_3O_4$
Typical commercial service capacity	60 mA h to 30 A h	Several hundred m A h to 23 A h
Commercial energy density (W/kg)	55 to 77	Primary: 66 to 99 rechargeable: 22
Commercial energy density (W/dm^3)	120 to 152	Primary: 122 to 263 rechargeable: 61 to 73
Practical current drain rates: pulse	Yes	Yes
Practical current drain rates: high (>50 mA)	15 mA/cm^2 of zinc area (‘D’ cell)	31 mA/cm^2 of zinc area (‘D’ cell)
Practical current drain rates: low (<50 mA)	Yes	Yes
Discharge curve shape	Sloping	Sloping
Temperature range ($^{\circ}C$): storage operation	-40 to +48 -6.7 to +54.4	-40 to +48.9 -28.9 to +54.4
Effect of temperature on service capacity	Poor low temperature	Good low temperature
Impedance	Low	Very low
Leakage	Medium under abusive conditions	Rare
Gassing	Medium	Low
Reliability (lack of duds 95% confidence level)	99% at 2 years	99% at 2 years
Shock resistance	Fair to good	Fair to good
Cost: initial operating	Low Low	Medium plus Medium to high at high power requirements
Features	Low cost; variety of shapes and sizes	High efficiency under moderate and high continuous conditions; good low-temperature performance; low impedance
Limitations	Efficiency decreases at high current drains; poor low-temperature performance	Primary type expensive for low drains. Rechargeable: limited cycle life; voltage-limited taper current charging
Applications	Radios, barricade flashers, telephone amplifiers, marine depth finders, toys, lighting systems, signaling circuits, novelties, flash-lights, photo-flashguns, paging, laboratory instruments	Radios (particularly high current drain), bicycle lights and horns, shavers, electronic flash, lighting systems, movie cameras, radio-controlled model plane ignition, toys, tape recorders, television sets, walkie-talkies, cassette players and recorders, calculators, motor-driven toys, clocks, photoflash, heavy duty lighting, any high-current drain, heavy-discharge schedule use

ตารางที่ 2 คุณสมบัติเฉพาะของแบตเตอรี่ปฐมภูมิแต่ละขนาด

ขนาด	รหัสที่ใช้			แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	เส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก (มิลลิเมตร)	ส่วนสูงรวมฝาครอบ (มิลลิเมตร)
	IEC[1/]	JIS[2/]	ANSI[3/]			
ใหญ่	R20	UM1	D	1.5	32.2-34.2	59.5-61.5
กลาง	R14	UM2	C	1.5	24.7-26.2	48.5-50.0
เล็ก	R6	UM3	AA	1.5	13.5-14.5	49.0-50.5
จิ๋ว	R03	UM4	AAA	1.5	9.5-10.5	43.3-44.5

ที่มา: เอกสารอ้างอิง [1] [15] และ [16]

หมายเหตุ : [1/] IEC = International Electrotechnical Commission

[2/] JIS = Japan Industrial Standard

[3/] ANSI = American National Standards Institute

2.4.2 ขั้นตอนในการผลิต

ในการผลิตแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ชนิดถ่านไฟฉายแบบธรรมดา สามารถแบ่งขั้นตอนการผลิตเป็น 6 ขั้นตอน [17] โดยรายละเอียดของการผลิต แสดงดังรูปที่ 1 ถึง 3

(1) การแยกและบดแร่ - แผนกบดแร่ (grinding section)

ส่วนใหญ่ของแมงกานีสไดออกไซด์ที่ใช้ ได้มาจากแร่ไพโรลูไซต์ มีกระบวนการคัดเลือกแร่ให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ นำแร่ที่แยกและแต่งให้มีเปอร์เซนต์สูงขึ้นแล้วมาบดหยาบโดยใช้ลูกกลิ้ง (roller) หรือทุบให้แตก (jaw crusher) แล้วจึงมาบดให้ละเอียดด้วยบอลล์มิลล์ (ball mill) ให้ได้ขนาดประมาณ 200 เมช โดยการใช้ตะแกรงแยกขนาด ส่วนที่มีขนาดใหญ่จะถูกนำกลับไปบดใหม่ ส่วนที่มีขนาดเล็กเกินไปจะนำไปทิ้งหรือนำไปผสมกับแมงกานีสที่คัดขนาดแล้วบางส่วน

(2) การผสมดินดำ (black mixture) - แผนกผสม (mixing section)

ดินดำผสมประกอบด้วยแมงกานีสไดออกไซด์ และผงเขม่าดำ ตามแต่จะเหมาะสม อาจใช้ออกไซด์ที่สังเคราะห์โดยกระบวนการตกตะกอนหรือแยกด้วยไฟฟ้าปนด้วยเพื่อช่วยเพิ่ม output ของกระแสไฟฟ้า

อัตราส่วนของแมงกานีสไดออกไซด์ต่อคาร์บอนที่ใช้ในดินดำผันแปรตั้งแต่ 3:1 ถึง 8:1 โดยน้ำหนัก นำมาผสมกันแบบแห้งเป็นเวลา 2-5 นาที แล้วจึงเติมสารละลายนำไฟฟ้า (ซึ่งผสมกับน้ำประมาณร้อยละ 12-30 ของส่วนผสม) ลงไปให้ค่อยๆ ชื้น เพื่อให้มีการเกาะตัวไม่แตกร้าวเมื่อนำไปอัดเป็นก้อนถ่าน หรือใช้วิธีพ่นให้เป็น

ละอองลงไปขณะที่ทำการผสม จนกระทั่งได้เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เป็นก้อน ใช้เวลา 10-20 นาที ส่วนผสมนี้เรียกว่าดิน ดำผสม (depolarizer mix)

โดยปกติอาจเติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ลงไปในดินดำ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน และทำปฏิกิริยากับสังกะสี เมื่อเซลล์หมดอายุการใช้งานเกิดเป็นซิงก์คลอไรด์ ช่วยป้องกันให้สารละลายนำไฟฟ้ามีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในช่วงที่เหมาะสม และช่วยปรับประสิทธิภาพแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ ถ้าผลิตเซลล์โดยไม่เติมซิงก์คลอไรด์ลงในสารละลายนำไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าช่วงเริ่มต้นการทำงานจะตกลงอย่างรวดเร็ว ให้ค่าที่ต่ำมาก และจะต่ำลงไปเรื่อยๆ จนถ่านไฟฉายแบบธรรมดานั้นหมดอายุลง

(3) การอัดเป็นก้อน - แผนกอัดก้อนถ่าน (tamping section)

นำส่วนผสมที่ได้นี้จากข้อ (2) มาอัดเป็นก้อน โดยมีแท่งคาร์บอนอยู่ตรงกลาง ส่วนของก้อนถ่านที่อัดนี้จะใช้เป็นส่วนที่ใช้เตรียมขั้วบวกของก้อนถ่านไฟฉายแบบธรรมดา

(4) การเตรียมสารละลายนำไฟฟ้า – แผนกผสมสารละลายนำไฟฟ้า

สารละลายแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- แบบแป้งเปียก (paste-line) ได้จากการผสมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ ซิงก์คลอไรด์ เมอร์คูริกคลอไรด์ ซิงก์ออกไซด์ และน้ำแป้งเข้าด้วยกัน เติมลงในกระบอกสังกะสีขั้วลบซึ่งรองก้นไว้ด้วยกระดาษฉนวนอย่างหนา

  การเตรียมแป้งเปียกแบ่งเป็นประเภทที่เตรียมในระบบปิดโดยใช้เครื่องจักรผสมและประเภทที่เตรียมในภาชนะเปิดโดยใช้แรงคนผสม ในกระบวนการผลิตแป้งเปียกจะถูกเติมลงไปในเซลในรูปของของเหลว และใช้ความร้อนช่วยให้เกิดลักษณะที่เป็นเจล โดยแช่ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 70-80˚C ในช่วงระยะเวลาหนึ่งจากนั้นรีบทำให้เย็นลง ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำจะต้องใช้เวลาต้มนาน หรือใช้สารละลายนำไฟฟ้าที่มีความเข้มข้นสูงๆ ปริมาณแป้งเปียกที่ใช้ต้องไม่สูงเกินกว่าดินดำผสมมิฉะนั้นจะไปสัมผัสกับแท่งคาร์บอนทำให้สภาพการทำงานของเซลล์เสียไป

- แบบกระดาษ (paper-line) เคลือบสารละลายนำไฟฟ้า อาจใช้กระดาษเคลือบสารละลายนำไฟฟ้าแบบสำเร็จรูป หนาประมาณ 0.22 mm นำมาใช้ในกระบวนการประกอบถ่านไฟฉายแบบธรรมดาได้ทันที โดยนำมาห่อก้อน

ถ่านแล้ววางลงในกระบอกสังกะสี หรือนำส่วนผสมของสารละลายนำไฟฟ้าแบบแป้งเปียก มาเคลือบบนกระดาษแล้วตากให้แห้ง

ข้อดีของการใช้สารละลายนำไฟฟ้าแบบกระดาษ คือ ไม่มีน้ำทิ้งเกิดขึ้น คุณภาพของสินค้าค่อนข้างคงที่ ง่ายและสะดวกต่อการแยกเอาวัสดุที่มีค่า เช่น กระบอกสังกะสี ในกระบวนการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ส่วนข้อเสีย คือ มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น

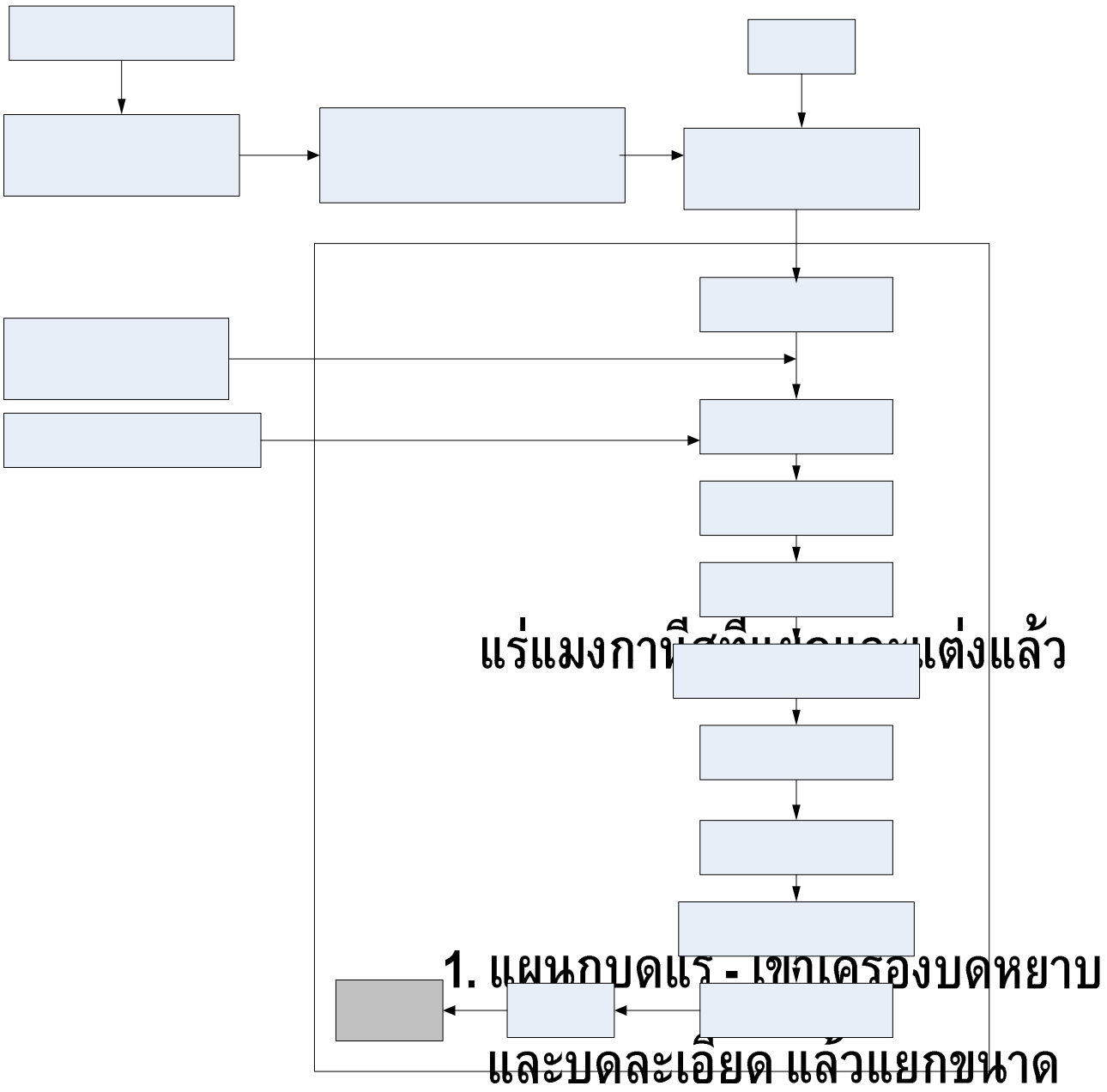
(5) การหลอมและผลิตกระบอกสังกะสี – แผนกหลอมและผลิตกระบอกสังกะสี

นำสังกะสีแท่งที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 99 เข้าเบ้าหลอมที่อุณหภูมิประมาณ 400-500˚C แล้วรีดให้เป็นแผ่น จากนั้นนำมาตัดเป็นวงกลมหรือหกเหลี่ยม ปั้มให้เป็นรูปทรงกระบอกที่มีก้นปิดและตัดให้ได้ขนาด ใช้เป็นขั้วลบของถ่านไฟฉายแบบธรรมดา

(6) การประกอบเป็นถ่านไฟฉาย - แผนกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (finishing section)

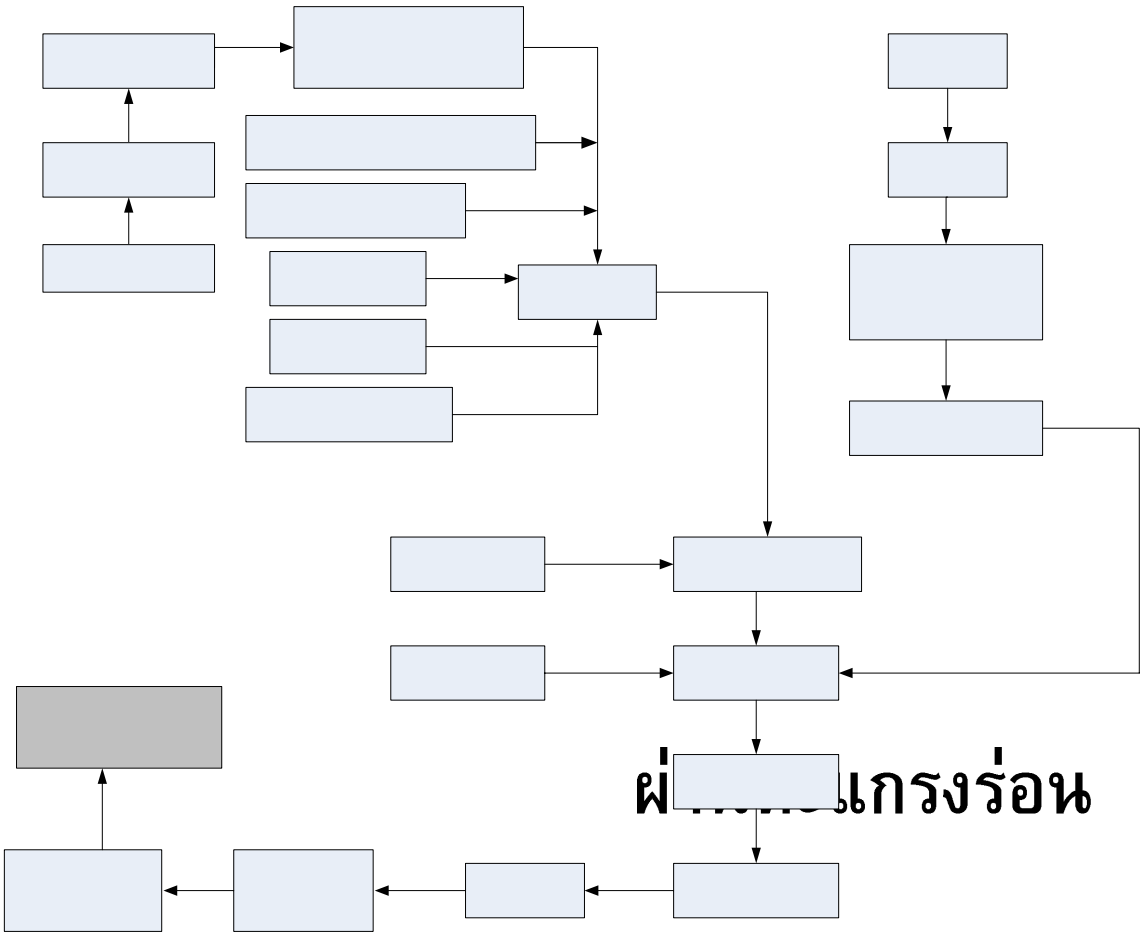
นำแท่งดีโพลาไรส์ที่ได้จากการอัดดินดำเป็นก้อนรอบแท่งคาร์บอน มาบรรจุลงในกระบอกสังกะสีที่ใส่สารละลายนำไฟฟ้าไว้จำนวนหนึ่งแล้ว โดยมีกระดาษแข็งรองก้นเพื่อป้องกันไม่ให้แท่งดีโพลาไรส์สัมผัสกับกระบอกสังกะสี จากนั้นนำไปแช่น้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70-80˚C ระยะหนึ่ง เพื่อให้สารละลายนำไฟฟ้าแข็งตัวติดกับแท่งดีโพลาไรส์ ใส่แผ่นกระดาษปิดด้านบน หยอดยางมะตอยเพื่อกันไม่ให้ความชื้นจากภายในระเหยออกไป จากนั้นนำมาใส่ปลอกกระดาษมีก้นเหล็กรับรอง แล้วใส่ปลอกเหล็กปิดผนึกไว้ด้านบนให้เรียบร้อย ได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เก็บไว้ระยะหนึ่งเพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพทางไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า เมื่อได้ตามคุณภาพที่ต้องการ จึงนำไปบรรจุลงกล่องเพื่อส่งจำหน่ายต่อไป

รูปที่ 1 กระบวนการผลิตถ่านไฟฉายแบบธรรมดา (แบ่งตามแผนก)



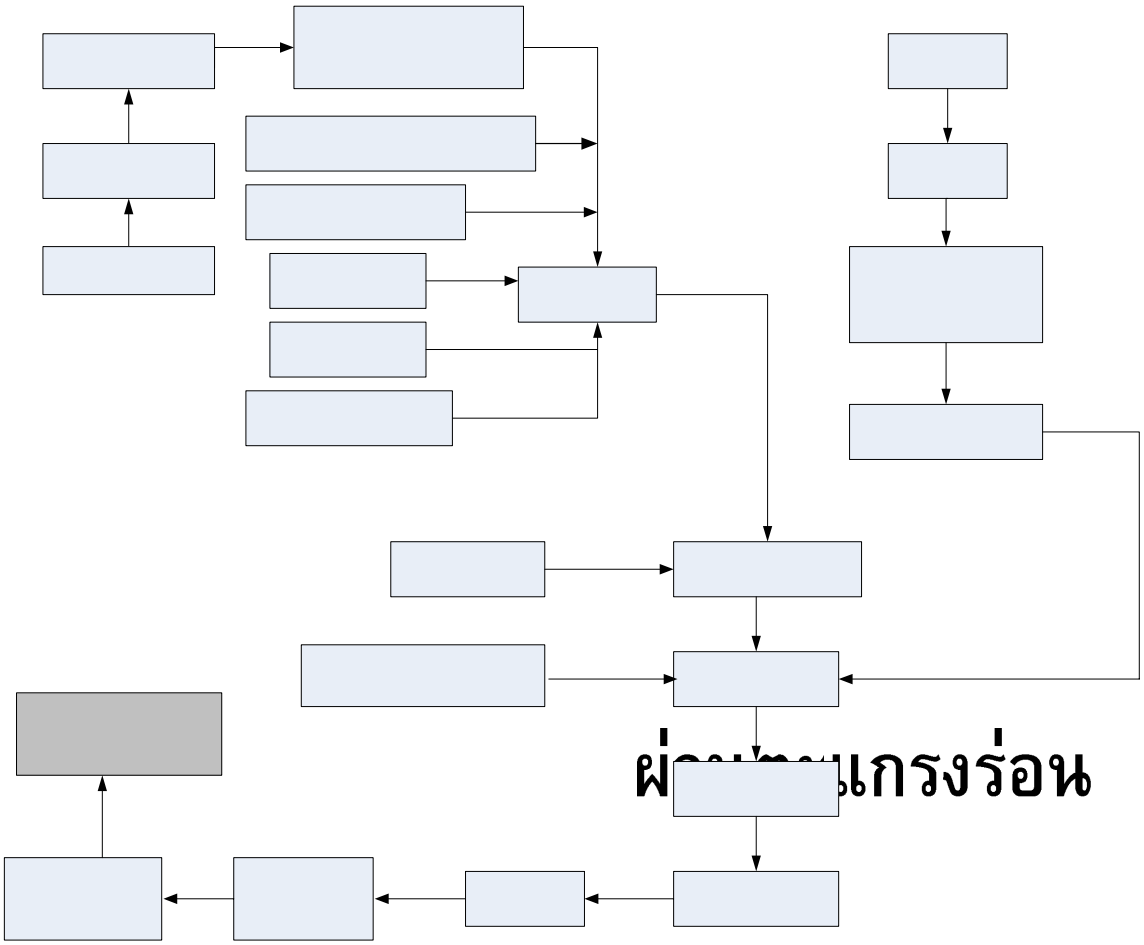
ที่มา: เอกสารอ้างอิง [18]

รูปที่ 2 ขั้นตอนการผลิตถ่านไฟฉายแบบธรรมดาที่ใช้แป้งเปียก



ที่มา: เอกสารอ้างอิง [18]

รูปที่ 3 ขั้นตอนการผลิตถ่านไฟฉายแบบธรรมดาที่ใช้กระดาษเคลือบน้ำยา



ที่มา: เอกสารอ้างอิง [17]

2.4.3 ปฏิกิริยาของถ่านไฟฉายขณะใช้งาน

จากหลักการของถ่านไฟฉายแบบธรรมดา เซลล์ไฟฟ้าจะประกอบไปด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มลงในสารละลาย NH_4Cl โดยขั้วบวกจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอนและจะยอมให้ประจุไฟฟ้าไหลไปยังวงจรภายนอกได้ ส่วนอีกขั้วหนึ่งจะเป็นขั้วลบ ทำหน้าที่จ่ายประจุไฟฟ้าให้กับวงจรภายนอก ซึ่งขั้วลบในที่นี้คือสังกะสี และเมื่อสังกะสีสัมผัสกับสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้

ขั้วลบ $\quad Zn \longrightarrow Zn^{+} + 2e^{-}$

ปฏิกิริยาจะเกิดอย่างต่อเนื่องเมื่อวงจรปิด สำหรับแมงกานีสไดออกไซด์ จะเข้าทำปฏิกิริยาทั้งอิเล็กตรอนและสังกะสีไอออนพร้อมกัน

ขั้วบวก $2MnO_2 + 2NH_4^+ + 2e^- \longrightarrow 2\ MnOOH + 2\ NH_3$

ที่สารละลายนำไฟฟ้า $Zn^{2+} + 2NH_4Cl + 2\ NH_3 \longrightarrow Zn(NH_3)_2Cl_2 + 2\ NH_4^+$

รวมปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลของถ่านไฟฉายมีดังนี้

$2MnO_2 + Zn + 2NH_4Cl \longrightarrow 2MnOO\ H + Zn(NH_3)_2Cl_2$

2.5 อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

2.5.1 การผลิตและการจำหน่าย

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวันประเภทหนึ่ง มีวางขายตามร้านค้าทั่วไป เนื่องจากเป็นแหล่งให้พลังงานขนาดเล็ก สามารถใช้กับเครื่องใช้และอุปกรณ์ต่างๆ ได้เป็นจำนวนมาก

ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ประกอบด้วยผู้ผลิตในประเทศและผู้นำเข้า จากข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ผู้ผลิตในประเทศมีจำนวน 4 ราย โดยผู้ผลิต 1 ราย ทำการผลิตเฉพาะถ่านไฟฉายธรรมดา ผู้ผลิต 2 ราย ทำการผลิตถ่านไฟฉายธรรมดาและถ่านแอลคาไลน์ และผู้ผลิต 1 ราย ทำการผลิตเฉพาะถ่านแอลคาไลน์ ส่วนผู้นำเข้าสินค้าสำเร็จรูปมีจำนวน 3 ราย โดยบริษัท ยิลเลตต์ นำเข้าเฉพาะถ่านแอลคาไลน์ บริษัท รอทเค็ท เทรดดิ้ง นำเข้าเฉพาะถ่านไฟฉายธรรมดา และบริษัท เอเนอร์ไจเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด นำเข้าทั้งถ่านไฟฉายธรรมดาและถ่านแอลคาไลน์ ตามรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายชื่อผู้ผลิตและผู้นำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

ผู้ค้า	ที่อยู่	สถานภาพ	ประเภทของผลิตภัณฑ์	เครื่องหมายการค้า
1.บริษัท โกศล อุตสาหกรรม จำกัด	1284 ซ.เฉลิมพร ถ.จันทน์ ต.ทุ่งวัดดอน อ.สาทร จ.กรุงเทพมหานคร 10120	ผลิตในประเทศ	ถ่านไฟฉายธรรมดา	ม้าขาว, แพะ และอื่นๆ
2.บริษัท พานาโซนิค แบตเตอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด	166 ม.4 ถ.สุขุมวิท ต.เทพารักษ์ อ.เมืองสมุทรปราการ จ. สมุทรปราการ 10270	ผลิตในประเทศ	ถ่านไฟฉยธรรมดา ถ่านแอลคาไลน์	พานาโซนิค
3. บริษัท อัลคาไลน์ (ไทยแลนด์) จำกัด	85 ม.2 ซ.รวมทุนไทย ถ.สุขสวัสดิ์ ต.บางจาก อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ	ผลิตในประเทศ	ถ่านแอลคาไลน์	แอลคาไลน์

ผู้ค้า	ที่อยู่	สถานภาพ	ประเภทของผลิตภัณฑ์	เครื่องหมายการค้า
	10130			
4. บริษัท รอคเค็ท ไทย จำกัด	116 ม. 3 ถ.สุขุมวิทสายเก่า ต.ท่าข้าม อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา 24130	นำเข้าและผลิตในประเทศ	ถ่านไฟฉายธรรมดา ถ่านแอลคาไลน์	รอคเค็ท
5. บริษัท ยิลเลตต์ (ประเทศไทย) จำกัด	109 นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ม.4 ซ.- ถ.ฉลองกรุง ต.ลำปลาทิว อ.ลาดกระบัง จ. กรุงเทพมหานคร	นำเข้า	ถ่านแอลคาไลน์	ดูราเซล
6. บริษัท เอเนอร์ไจเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	3354/20,22,23 ถนน พระราม 4 ตำบล/คลองตัน อำเภอคลองเตย จังหวัด กรุงเทพฯ 10110	นำเข้า	ถ่านไฟฉายธรรมดา ถ่านแอลคาไลน์	เอเวอร์เรดี้ เอเนอร์ไจเซอร์

ที่มา: ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2552)

2.5.2 การนำเข้าและการส่งออกแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

จากการสรุปสถานการณ์การนำเข้าและการส่งออกของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ในช่วงปี พ.ศ.2547 ถึง พ.ศ.2549 (ตารางที่ 4 และ 5) เมื่อพิจารณาแนวโน้มจากปี พ.ศ.2547 พบว่า แนวโน้มการนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ มีปริมาณลดลงในปี พ.ศ.2548 คิดเป็นร้อยละ 9.03 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2549 คิดเป็นร้อยละ 0.46 ในส่วนของมูลค่าการนำเข้าของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เมื่อพิจารณาแนวโน้มจากปี พ.ศ.2547 พบว่า ปี พ.ศ.2548 มูลค่าการนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ลดลงจากปี พ.ศ.2547 คิดเป็นร้อยละ 12.79 และในปี พ.ศ.2549 มูลค่าการนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2547 คิดเป็นร้อยละ 7.26

ในปี พ.ศ.2549 มูลค่าการนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ มาจากกลุ่มประเทศในทวีปเอเชียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 89.49 ของมูลค่าการนำเข้าทั้งหมด รองลงมา คือ กลุ่มทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือ ซึ่งประเทศที่มีมูลค่าการนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ มากที่สุด คือ ประเทศญี่ปุ่น คิดเป็นร้อยละ 22.71 ของมูลค่าการนำเข้า รองลงมา คือ ประเทศจีน และประเทศมาเลเซีย ตามลำดับ

ตารางที่ 4 การนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ (พิกัดศุลกากร ถ่านไฟฉายธรรมดา ที่ 8506.100.001 , ถ่านแอลคาไลน์ ที่ 8506.800.000 และถ่านกระดุม ที่ 8506.400.003 และ 8506.500.009)

การนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ						
ผลิตภัณฑ์	พ.ศ.2547		พ.ศ.2548		พ.ศ.2549	
	ปริมาณ (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)
ถ่านไฟฉายธรรมดา	98,934,433	342,486,675	108,416,998	370,352,074	113,608,361	368,323,876
ถ่านแอลคาไลน์	183,993,427	683,744,287	169,402,157	826,265,483	194,380,053	801,247,564
ถ่านกระดุม	36,086,629	648,445,244	12,395,766	263,925,535	12,495,465	626,728,025
รวม	**319,014,489**	**1,674,676,206**	**290,214,921**	**1,460,543,092**	**320,483,879**	**1,796,299,465**

ที่มา : กรมศุลกากร (2552)

การส่งออกแบตเตอรี่ปฐมภูมิ แสดงดังตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาแนวโน้มจากปี พ.ศ. 2547 พบว่า แนวโน้มการส่งออกแบตเตอรี่ปฐมภูมิจะเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2548 และ พ.ศ.2549 คิดเป็นร้อยละ 22.79 และ 20.02 ตามลำดับ ในส่วนของมูลค่าการส่งออกแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เมื่อพิจารณาแนวโน้มจากปี พ.ศ.2547 พบว่า ในปี พ.ศ.2548 มูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 9.40 และเมื่อพิจารณาในปี พ.ศ.2549 พบว่า มูลค่าการส่งออกแบตเตอรี่ปฐมภูมิลดลงจากปี พ.ศ.2547 คิดเป็นร้อยละ 16.42

ในปี พ.ศ.2549 มูลค่าการส่งออกแบตเตอรี่ปฐมภูมิ มาจากกลุ่มประเทศในทวีปเอเชียมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 77.80 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด รองลงมา คือ กลุ่มประเทศทวีปออสเตรเลีย และทวีปยุโรป ตามลำดับ ซึ่งประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกแบตเตอรี่ปฐมภูมิมากที่สุด คือ ประเทศเกาหลี คิดเป็นร้อยละ 21.43 ของมูลค่าการส่งออก รองลงมา คือประเทศพม่า และประเทศไต้หวัน ตามลำดับ

ตารางที่ 5 การนำเข้าแบตเตอรี่ปฐมภูมิ (พิกัดศุลกากร ถ่านไฟฉายธรรมดา ที่ 8506.100.001 , ถ่านแอลคาไลน์ ที่ 8506.800.000 และถ่านกระดุม ที่ 8506.300.002 และ 8506.500.009)

ผลิตภัณฑ์	พ.ศ.2547		พ.ศ.2548		พ.ศ.2549	
	ปริมาณ (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ (ชิ้น)	มูลค่า (บาท)
ถ่านไฟฉายธรรมดา	37,160,997	224,956,290	56,526,113	269,312,993	73,317,282	257,913,890
ถ่านแอลคาไลน์	57,180,637	415,802,511	59,273,849	429,821,560	39,916,287	266,528,798
ถ่านกระดุม	28,767	1,509,488	72,771	3,500,183	25,611	12,389,576
รวม	**94,370,401**	**642,268,289**	**115,872,733**	**702,634,736**	**113,259,180**	**536,832,264**

ที่มา : กรมศุลกากร (2552)

2.6 บทบาทของรัฐในการเข้าไปควบคุมโรงงานผลิตแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

2.6.1 มาตรฐานของแมงกานีสในอากาศ

ตามกฎหมายคุ้มครองแรงงาน ตามประกาศกระทรวงมหาดไทยในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 94 ตอนที่ 64 ลงวันที่ 12 กรกฎาคม 2520 เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศในสถานประกอบการดังนี้ คือ

(1) ไม่ว่าระยะเวลาใดเวลาหนึ่งของการทำงานปกติ ห้ามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในบรรยากาศของการทำงานเกินกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ถ้าสภาพของการใช้แมงกานีสในสถานประกอบการ มีลักษณะที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ หรือผู้อยู่ใกล้เคียง ให้นายจ้างจัดห้องหรืออาคารสำหรับการใช้ไว้โดยเฉพาะ

(3) ในกรณีที่ภายในสถานประกอบการที่มีการฟุ้งกระจายของแมงกานีสออกสู่บรรยากาศของการทำงานเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ให้นายจ้างดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุง เพื่อลดความเข้มข้นของแมงกานีสมิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ หากแก้ไขหรือปรับปรุงไม่ได้ นายจ้างจะต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล คือ เครื่องกรองอากาศ ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีความเข้มข้นแมงกานีสอันอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและร่างกายของลูกจ้าง [20]

2.6.2 มาตรฐานในการตรวจสุขภาพของคนงานในโรงงาน

นอกจากทางโรงงานผลิตถ่านไฟฉายจะต้องดำเนินการตามข้อ 1 แล้ว ปัจจุบันกองควบคุมสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กำหนดมาตรการไว้ดังนี้

(1) โรงงานผลิตถ่านไฟฉายต้องทำการตรวจสอบสภาพอากาศในโรงงาน เพื่อหาปริมาณแมงกานีสในอากาศเป็นประจำทุก 6 เดือน เมื่อพบว่าเกินกว่าระดับมาตรฐานต้องรีบดำเนินแก้ไขและปรับปรุงทันที

(2) คนงานที่ทำงานเกี่ยวกับแมงกานีสต้องมีการตรวจสุขภาพเป็นระยะทุก 6 เดือน โดยการเจาะเลือดหาปริมาณแมงกานีสในเลือดและปัสสาวะ ถ้าพบปริมาณแมงกานีสในเลือดเกินกว่า 8 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ในปัสสาวะ 0.8 ไมโครกรัม

เปอร์เซ็นต์ และในเส้นผมเกินกว่า 20 ไมโครกรัมต่อกรัม แสดงว่าร่างกายได้รับแมงกานีสมากเกินไป ให้ใช้เป็นมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงาน โดยรีบแยกคนงานนั้นให้ไปทำงานในหน้าที่อื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับสารแมงกานีส จนกว่าปริมาณแมงกานีสจะลดลงอยู่ในระดับปกติ [20]

2.6.3 มาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงาน

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม และ กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และกระทรวงอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม	กระทรวงอุตสาหกรรม	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0	5.0-9.0	pH Meter
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	● ไม่เกิน 3,000 มก/ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. ● น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเล ค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก.ล.	● ไม่มากกว่า 2,000 หรือ ตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มก./ล. ● น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็มเกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเล ค่าที่สารละลายได้ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าสารที่ละลายได้ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103 -105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3.สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือ ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	● ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะ ● อัตราผสม 1/8 ถึง1/150 ไม่มากกว่า 30 มก./ล อัตราผสม 1/151 ถึง 1/300 ไม่มากกว่า 60 มก/ล อัตราผสม 1/301 ถึง 1/500 ไม่มากกว่า 150 มก./ล	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
5. สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่ได้กำหนด
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H_2S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Titrate
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid
8. น้ำมันและไขมัน Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	● ไม่เกิน 0.5 มก./ล ● โรงกลั่นน้ำมันและโรงงานผสมน้ำมันหล่อลื่นและจาระบี ไม่มากกว่า 15.0 มก./ล ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงสังกะสี ไม่มากกว่า 5 มก./ล	สกัดด้วยตัวทำละลายแล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอร์มาลดีไฮด์	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Spectrophotometry

ดัชนีคุณภาพน้ำ	กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม	กระทรวงอุตสาหกรรม	วิธีวิเคราะห์
(Formaldehyde)			
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	ไม่มีเลย	Gas-Chromatography
13. ค่าบีโอดี (5 วัน ที่อุณหภูมิ 20°C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.	● ไม่เกิน 20 มก./ล ● ค่าของบีโอดีอาจแตกต่างไปได้แล้วแต่ภูมิประเทศหรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควรแต่ต้องไม่มากกว่า 60 มก./ล ยกเว้น 1. โรงงานทำอาหารจากสัตว์น้ำและบรรจุในภาชนะที่ผนึกและอากาศเข้าไม่ได้ไม่มากกว่า 100 มก./ล 2. โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง - โดยวิธีการเหวี่ยงแยกแป้งแล้วทำให้แห้งด้วยลมร้อนไม่มากกว่า 60 มก./ล - โดยวิธีแยกแป้งด้วยการตกตะกอนแล้วทำให้แห้งบนพื้นอังไฟไม่มากกว่า 100 มก./ล 3. โรงงานผลิตอาหารจากแป้งเป็นเส้นหรือชิ้น (ประเภทก๋วยเตี๋ยว, ขนมจีน, เส้นหมี่ เป็นต้น) ไม่มากกว่า 100 มก./ล 4. โรงงานหมัก ฟอกหนังสัตว์ ไม่มากกว่า 100 มก./ล 5. โรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ ชานอ้อย หญ้า เศษผ้า ฯลฯ ไม่มากกว่า 100 มก./ล 6. โรงงานห้องเย็นชนิดแกะล้างแล้วแช่แข็งสัตว์น้ำไม่มากกว่า 100 มก./ล	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ	-	Kjeldahl

ดัชนีคุณภาพน้ำ	กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม	กระทรวงอุตสาหกรรม	วิธีวิเคราะห์
	เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.		
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	-	Potassium Dichromate Digestion
16. โลหะหนัก (Heavy Metal) 16.1. สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	ไม่เกิน 5.0 มก./ล ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 3.0 มก./ล	Atomic Absorption Spectro Photometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
16.2. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	ไม่เกิน 5.0 มก./ล ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 0.2 มก./ล	
16.3. โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล.	ไม่เกิน 5.0 มก./ล ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 0.2 มก./ล	
16.4. ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก./ล.	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
16.5. แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มก./ล.	ไม่เกิน 0.03 มก./ล. ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 0.1 มก./ล	
16.6. แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
16.7. ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	ไม่เกิน 0.2 มก./ล. ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 0.02 มก./ล	
16.8. นิคเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	ไม่เกิน 0.2 มก./ล. ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 0.2 มก./ล	
16.9. แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	

ดัชนีคุณภาพน้ำ	กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม	กระทรวงอุตสาหกรรม	วิธีวิเคราะห์
16.10. อาร์เซนิค (As)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	- Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
16.11.เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	ไม่เกิน 0.02 มก./ล. ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 0.02 มก./ล	- Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
16.12. ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	ไม่เกิน 0.005 มก./ล. ● โรงงานเกี่ยวกับการถลุงโลหะสังกะสีไม่มากกว่า 0.002 มก./ล	- Atomic Absorption Cold Vapour Techique

ที่มา : 1. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่3 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่อง กำหนด มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539

2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 ฉบับที่ 12 (2525) เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 99 ตอนที่ 33 ลงวันที่ 5 มีนาคม 2525 และฉบับที่ 10 (2518) เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานเฉพาะประเภทถลุงโลหะสังกะสี ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 95 ตอนที่ 12 ลงวันที่ 28 พฤศจิกายน 2521

3. ผลกระทบของแบตเตอรี่ปฐมภูมิต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบของแบตเตอรี่ปฐมภูมิต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ในระหว่างการผลิต และ จากการทิ้งหลังจากใช้งาน (รูปที่ 4 และตารางที่ 7)

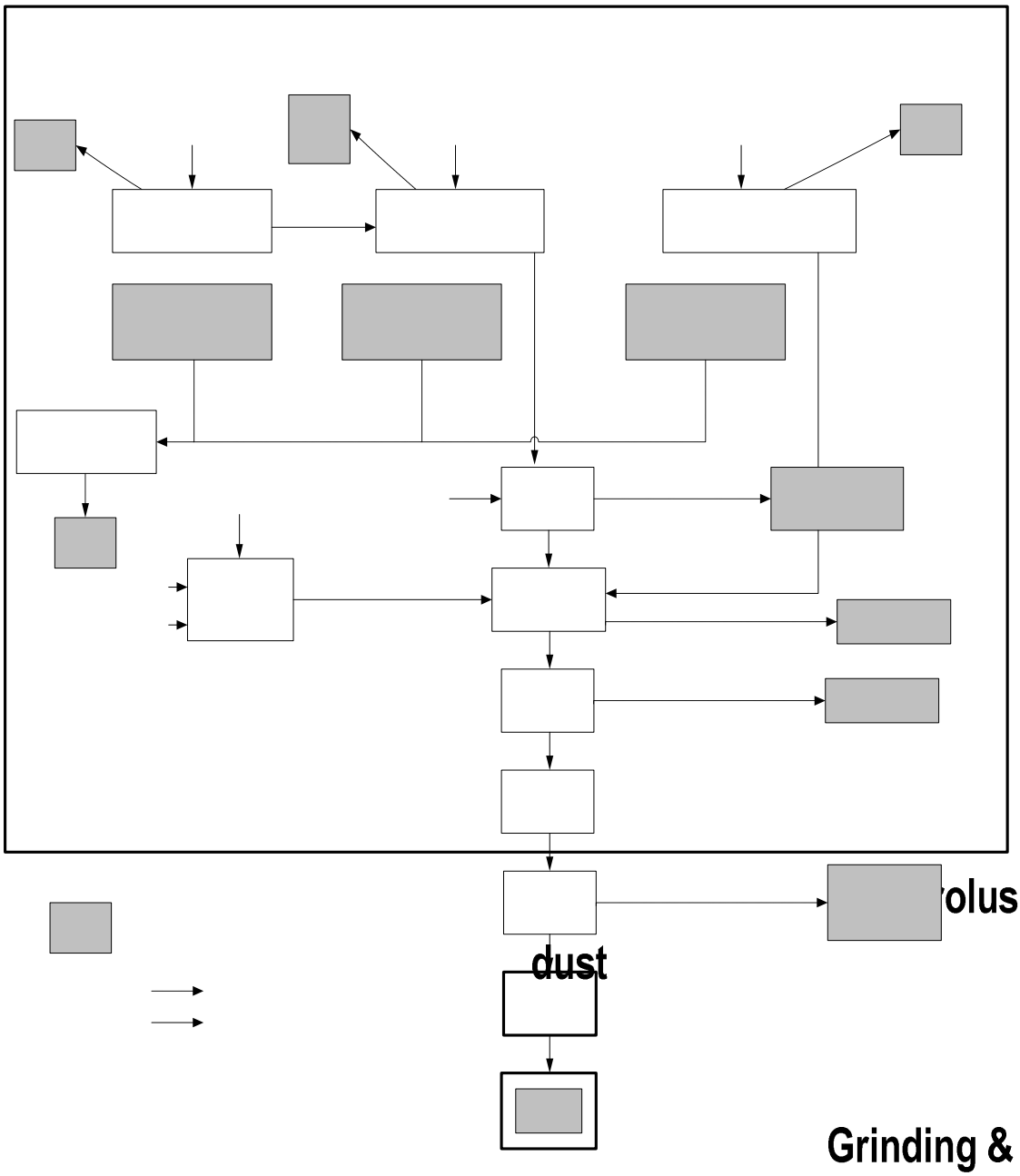
ตารางที่ 7 ผลกระทบของแบตเตอรี่ปฐมภูมิต่อสิ่งแวดล้อม[1)]

หัวข้อทางสิ่งแวดล้อม (environmental aspects)	วัฏจักรชีวิตของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ				
	ก่อนผลิต	ขณะผลิต	ขณะขนส่ง	ขณะใช้	ทิ้งหลังใช้
การใช้วัตถุดิบ (resource use)	○ #	● *			×
การใช้น้ำ	×	×			×
การใช้พลังงาน	×	×			×
การเกิดวัตถุมีพิษ (hazardous substance)	○	● 1			● 3
การปล่อยของเสียไปสู่ (emission/release of pollutant into)					
- อากาศ	○	● *			● 3
- น้ำ	○	● *			● 3
- ดิน	○	● *			● 3
ขยะมูลฝอย/ของเสีย (waste)					
- การหลีกเลี่ยง (avoidance)	○	● 2			● 3
- การลด (reduction)		● 2			● 3
- การรีไซเคิล (recycling)		● 2			● 3
มลภาวะอื่นๆ (other impact) เช่น เสียง กลิ่น	○	● *			×
ความเหมาะสมสำหรับการใช้ (fitness for use)		×		● **	
ความปลอดภัย (safety)		● *		● **	

หมายเหตุ [1)] ดัดแปลงจาก Sample Impact Matrix ของ Marbek Resource Consultant, แคนาดา และ Environmental Label Test Chart ของโครงการ Blue Angel, เยอรมัน

- ● มีผลกระทบ ต้องพิจารณาในการออกข้อกำหนด
- ○ มีผลกระทบ แต่ไม่รวมอยู่ในข้อกำหนด
- × ไม่เกี่ยวข้อง
- # จะมีการพิจารณาเพิ่มเติมในอนาคต
- 1 มีข้อบังคับตามพระราชบัญญัติต่างๆ
- 2 กำหนดปริมาณสารปรอท
- 3 กำหนดให้มีการเรียกคืนซากถ่านไฟฉาย และการจัดการลดของเสียในกระบวนการผลิต
- * มีข้อบังคับตามพระราชบัญญัติโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม และกฎหมายต่างๆ
- ** มีข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบตเตอรี่แห้ง (แบบเลอคลังเช)

รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงแหล่งกำเนิดของเสียตลอดวัฏจักรชีวิตของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ



หมายเหตุ : ดัดแปลงจากรายงานของกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี 2531 [21]

1. ระหว่างการผลิต

แบ่งได้เป็นปัญหาด้านมลพิษ และ ปัญหาด้านสุขภาพอนามัยของคนงาน

1.1 ปัญหาด้านมลพิษ

แบ่งเป็นอันตรายจากสารเคมีที่เป็นวัตถุดิบ กากของเสีย และน้ำทิ้ง

1.1.1 อันตรายจากสารเคมีที่เป็นวัตถุดิบ

เนื่องจากในโรงงานผลิตถ่านไฟฉายมีการใช้วัตถุดิบหลายชนิดที่เป็นอันตราย ทำให้คนงานที่ปฏิบัติงานมีโอกาสสัมผัสกับสารเหล่านั้น และเกิดผลกระทบต่อสุขอนามัย นอกจากนี้สารเหล่านั้นยังมีโอกาสปนเปื้อนสู่อากาศ น้ำ เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน สารเหล่านี้ ได้แก่

(1) แมงกานีสไดออกไซด์

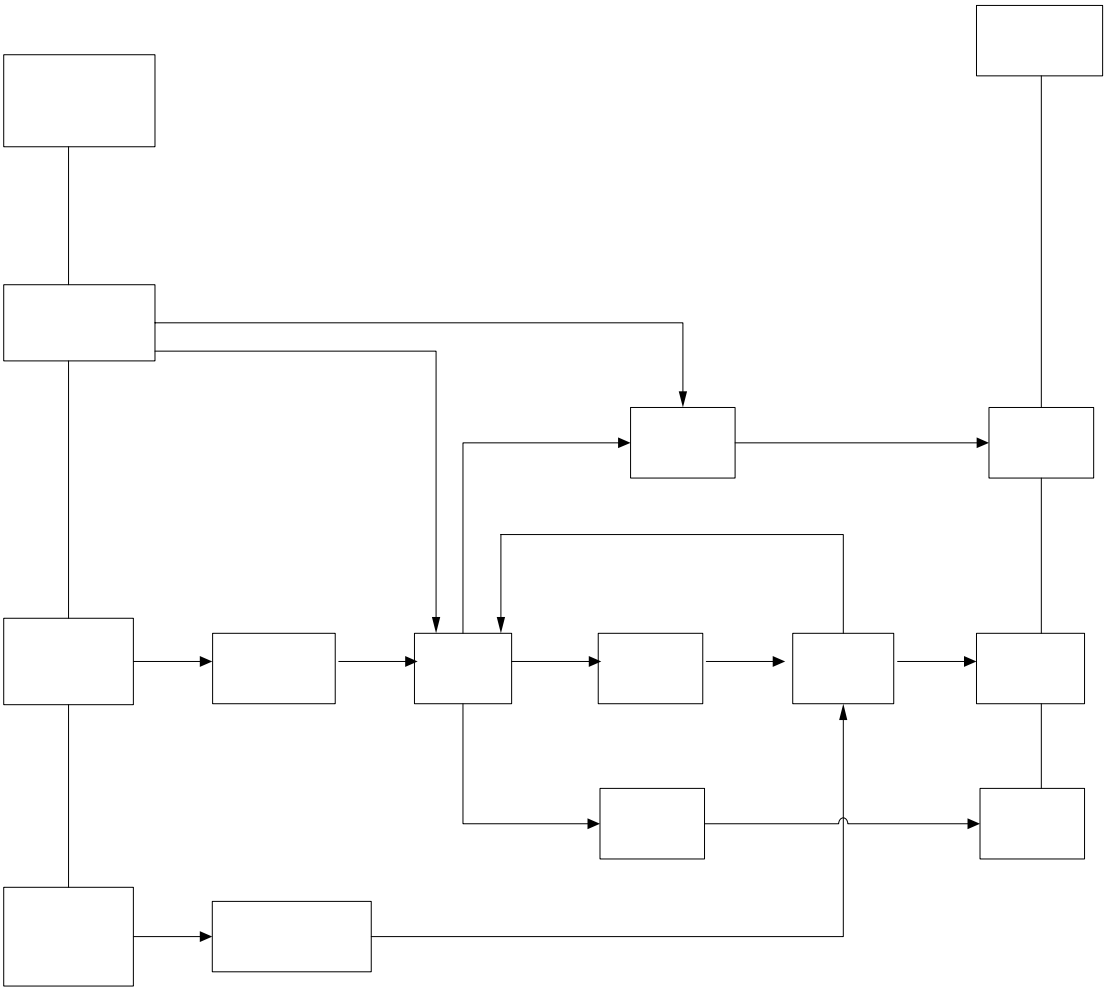
แมงกานีสไดออกไซด์มีลักษณะเป็นผงสีดำ ละลายในกรดเกลือ ไม่ละลายในน้ำ มีน้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 86.93 และมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 5.026 สารนี้จะสลายตัวให้ Mn_2O_3 และ O_2 ที่อุณหภูมิ 535˚C เป็นตัวออกซิไดซ์ที่รุนแรง จะเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับตัวรีดิวส์หรือเมื่อเผาไฟ

แมงกานีสสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ ทางจมูกโดยการหายใจ ซึ่งคนงานจะรับเอาแมงกานีสเข้าสู่ร่างกายได้มากกว่าวิธีอื่น และสามารถเข้าไปสะสมในถุงลมปอดได้ทางปาก โดยการรับประทานอาหาร และทางผิวหนังโดยการซึมผ่านเข้าไป (รูปที่ 5)

อันตรายจากแมงกานีสจะเกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับเอาสารแมงกานีสเข้าไปสะสมไว้เกินกว่าปริมาณที่กำหนด ทำให้เกิดการแพ้สารแมงกานีส ซึ่งลักษณะอาการความเป็นพิษแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ความเป็นพิษเฉียบพลัน เกิดจากการหายใจเอาแมงกานีสเข้าไปเป็นปริมาณมาก ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน คอแห้ง ไอ อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ เป็นไข้ และปวดกล้ามเนื้อ อาการนี้จะเกิดหลังจากได้รับแมงกานีสเข้าไปหลายชั่วโมง แต่จะหายเป็นปกติถ้าไม่ได้รับแมงกานีสเข้าไปอีก

- ความเป็นพิษเรื้อรัง เกิดเนื่องจากได้รับแมงกานีสปริมาณที่ไม่มากนัก แต่ได้รับอยู่เป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมแมงกานีสในร่างกาย และจะแสดงอาการของแมงกานีสอย่างค่อยเป็นค่อยไป อาการที่เกิดมักมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและปอด



รูปที่ 5 การดูดซึมและการขับถ่ายแมงกานีสออกจากร่างกาย [18]

(2) ซิงก์คลอไรด์

ลักษณะเป็นผลึกสีขาว ดูดความชื้นได้ง่าย ละลายน้ำได้ดีและได้กรดแก่ จะทำปฏิกิริยารุนแรงกับด่าง และเป็นตัวกัดกร่อน มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 136.3 จุดหลอมเหลวเท่ากับ 290˚C จุดเดือด 732˚C ความดันไอ 1 mm ที่ 428˚C

ซิงก์คลอไรด์สามารถเข้าสู่ร่างกายและก่อให้เกิดพิษได้ โดยผ่านทางการหายใจ การกินและทางผิวหนัง ความเป็นพิษถ้าอยู่ในรูปของแข็งจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง ถ้าอยู่ในรูปของสารละลายจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่ผิวหนังและเนื้อเยื่อต่างๆ ไอของซิงก์คลอไรด์มีความเป็นพิษสูง มีผลต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการแน่นหน้าอกหายใจขัด และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคปอดบวม นอกจากนี้ไอ (fume) ของซิงก์คลอไรด์ยังสามารถทำลายเนื้อเยื่อบริเวณโพรงจมูก และระบบทางเดินหายใจ และเมื่อเป็นมากจะทำให้เนื้อเยื่อซีดจนเขียว [17]

(3) ซิงก์ออกไซด์

ลักษณะเป็นผงสีขาวหรือสีค่อนข้างเหลือง มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 31.38 จุดหลอมเหลวมากกว่า 1800˚C

ความเป็นพิษส่วนใหญ่จะเกิดจากการหายใจเอาไอของซิงก์ออกไซด์เข้าไปทำให้เกิดโรค metal-fume fever เริ่มแรกจะมีอาการหนาวสั่น มีไข้ คลื่นไส้ อาเจียน คอแห้ง ไอ ปวดเมื่อย อ่อนเพลีย ปวดศีรษะและปวดตามลำตัว เหงื่อออกมาก หลังจากนั้นอุณหภูมิในร่างกายจะลดลง โดยอาการจะกินเวลาประมาณ 1 วัน แต่พิษที่เกิดขึ้นในคนค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่จะมีผลทำให้เกิดโรคผิวหนัง [17]

(4) แอมโมเนียมคลอไรด์

ลักษณะเป็นผงสีขาว มีน้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 53.5 จุดเดือด 520˚C จุดหลอมเหลว 337.8˚C สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจเอาไอของสารตัวนี้เข้าไป ถ้ากินเข้าไปในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน [17]

(5) เมอร์คิวริกคลอไรด์

ลักษณะเป็นผงหรือผลึกขาวละลายน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำเดือด มีจุดหลอมเหลว 276˚C สารนี้สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการกิน การหายใจเอาฝุ่นของเมอร์คิวริกคลอไรด์ หรือสารละลายของเมอร์คิวริกคลอไรด์ซึมผ่านเข้าทางผิวหนัง

เมอร์คิวริกคลอไรด์ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่ตาและผิวหนัง ทำให้เกิดอาการตาแดง แสบตา ตาพร่ามัว ผิวหนังเป็นผื่นแดง เจ็บปวดแสบ เกิดแผลพุพอง ถ้ากินเข้าไปจะเกิดอาการปวดแสบในท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง มีผลต่อกระเพาะอาหารและลำไส้ มีผลต่อระบบประสาทและเป็นอันตรายต่อสมองได้ [17]

(6) แคดเมียม

เป็นโลหะสีเงินขาว มีลักษณะอ่อนสามารถนำมาดัดงอได้ง่าย น้ำหนักอะตอมเท่ากับ 112.41 จุดเดือด 767˚C จุดหลอมเหลว 320.9˚C สามารถเข้าสู่ร่างกาย โดยการหายใจเอาไอของแคดเมียมในรูปของแคดเมียมออกไซด์เข้าไป ทำให้เกิดอาการ metal-fume fever แต่เนื่องจากปริมาณแคดเมียมที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ปฐมภูมิค่อนข้างน้อย และมีเฉพาะโรงงานที่มีการหลอมสังกะสีเพื่อทำกระบอกบรรจุก้อนถ่านเท่านั้น ปัญหาเรื่องพิษของแคดเมียมจึงมีน้อยมาก [17]

(7) ผงเขม่าดำ

ลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลหรือสีดำ มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นพวกคาร์บอนสามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจและทางผิวหนัง ความเป็นพิษจะก่อให้เกิดความระคายเคืองที่จมูกและปอดได้ และทำให้เกิดมะเร็งที่ผิวหนังได้ แต่การเกิดมะเร็งนี้ไม่ได้เกิดจากตัวผงเขม่าดำเอง แต่อาจเกิดจากสารตัวอื่นที่ปนเปื้อนอยู่ เช่น coal tar [17]

(8) สังกะสี

เป็นโลหะ มีน้ำหนักอะตอมเท่ากับ 65.38 จุดเดือด 907˚C จุดหลอมเหลว 419.47˚C ไม่ละลายในน้ำร้อนและเย็น แต่ละลายในกรดและด่าง ร่างกายได้รับสารนี้โดยการหายใจเอาไอของสังกะสีในรูปของซิงก์ออกไซด์เข้าไปทำให้เกิดอาการ metal-fume fever [17]

(9) ตะกั่ว

เป็นโลหะหนัก มีสีเทาแกมฟ้า น้ำหนักอะตอม เท่ากับ 207.21 จุดเดือด 1620˚C จุดหลอมเหลว 321.43˚C สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจเอาฝุ่น ไอระเหย และไอของตะกั่วเข้าไป หรือโดยการรับประทานอาหารและซึมผ่านทางผิวหนัง ทำให้เกิดโรคแพ้พิษสารตะกั่ว (lead poisoning) อาการแพ้พิษสารตะกั่วจะมี 2 ชนิดคือ

- เฉียบพลัน จะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน กระหายน้ำ อุจจาระเป็นสีดำ อ่อนเพลีย เป็นลม สิ้นสติ และอาจเสียชีวิตได้ มักเกิดจากได้รับตะกั่วในรูปอินทรีย์เข้าไป
- เรื้อรัง จะมีอาการเกี่ยวกับระบบประสาท หงุดหงิด นอนไม่หลับ สับสน น้ำหนักลด ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย อาจมีอาการขั้นวิกลจริต คลุ้มคลั่ง และอาจถึงแก่ชีวิตได้ [17]

1.1.2 กากของเสีย

กากของเสียส่วนใหญ่มาจากแผนกอัดก้อนถ่านและแผนกประกอบถ่านแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ประกอบด้วย ก้อนดีโพลาไรส์ที่แตกหรือกระเทาะ แบตเตอรี่ปฐมภูมิที่ชำรุดระหว่างการประกอบ แบตเตอรี่ปฐมภูมิที่ไม่ได้คุณภาพหลังจากผ่านการทดสอบแรงดันไฟฟ้าแล้ว [17]

กากของเสียเหล่านี้ประกอบด้วยโลหะหนัก ได้แก่ แมงกานีสไดออกไซด์ สังกะสี ปรอท ซิงก์คลอไรด์ ตะกั่วและแคดเมียมที่ปนอยู่ในกระบอกสังกะสี และสารตัวอื่นๆ เช่น ผงเขม่าดำ แอมโมเนียมคลอไรด์ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมต้องมีการกำจัดที่เหมาะสม

1.1.3 น้ำทิ้ง

ส่วนใหญ่มาจากการล้างทำความสะอาดถังผสมสารละลายนำไฟฟ้า พื้น และการทำความสะอาดมือและร่างกายของคนงาน โดยเฉพาะคนงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการบดแมงกานีสไดออกไซด์และผสมดินดำ ปริมาณน้ำทิ้งและคุณสมบัติของน้ำทิ้งของโรงงานแต่ละแห่งจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงาน วัตถุดิบที่ใช้ วิธีการเตรียมสารเคมี ความถี่ในการล้างทำความสะอาด น้ำทิ้งที่ออกจากโรงงานจะมีตั้งแต่สีขาวเนื่องจากสีของน้ำแป้งและซิงก์คลอไรด์ จนกระทั่งมีสีดำของแมงกานีสไดออกไซด์หรือผงเขม่าดำ น้ำทิ้งจะมีปริมาณของโลหะหนักค่อนข้างสูง ได้แก่ แมงกานีสและสังกะสี ซึ่งอยู่ในรูปสารแขวนลอยที่จะต้องนำไปทำให้ตกตะกอนด้วยปูนขาว สำหรับโรงงานที่ผลิตสารละลายนำไฟฟ้าแบบแป้งเปียกประเภทที่เตรียมในภาชนะเปิดโดยใช้แรงคนผสม จะให้น้ำทิ้งที่มีปริมาณสังกะสีและสารแขวนลอยพวกแป้งปะปนอยู่สูง [21]

น้ำทิ้งเหล่านี้ควรจะนำไปผ่านระบบบำบัดก่อนที่จะระบายสู่ภายนอก ในทางปฏิบัติพบว่าโรงงานส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นโรงงานขนาดเล็กจะไม่มีระบบบำบัดน้ำทิ้ง อาจมีเพียงบ่อพักเพื่อให้สารต่างๆ ในน้ำทิ้งตกตะกอนลงมาชั้นหนึ่งก่อน เพื่อที่จะระบายน้ำออก แต่ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่แล้วจะมีระบบบำบัดน้ำทิ้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีทางเคมีที่ค่อนข้างจะมีประสิทธิภาพดีพอสมควร ระบบบำบัดน้ำทิ้งที่ใช้เป็นระบบง่ายๆ ไม่สลับซับซ้อน กล่าวคือ ใช้ปูนขาวในการตกตะกอนพวกสารแขวนลอยและโลหะหนักที่อยู่ในรูปละลายน้ำ ตามด้วยการกรองด้วยทราย [21] ซึ่งวิธีนี้จะไม่สามารถที่จะลดปริมาณสังกะสีลงให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมได้

1.2 ปัญหาด้านสุขภาพอนามัยของคนงาน

แบ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากเสียงดังของเครื่องจักร และอันตรายจากวัตถุดิบ

1.2.1 เสียงดังจากเครื่องจักร

ปัญหาเรื่องเสียงดังของเครื่องจักรจะเกิดบริเวณที่ทำการบดแร่และร่อนแร่ การตัด การปั๊ม และการขัดสังกะสีก่อนจะนำไปดึงขึ้นรูปเป็นกระบอกสังกะสี บริเวณที่อัดก้อนถ่าน การทำงานในที่มีเสียงดังติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้สมรรถภาพในการได้ยินถูกทำลายและทำให้หูตึงได้ตลอดจนมีผลต่อสุขภาพอนามัยทั้งร่างกายและจิตใจ ปัญหานี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักร อายุการใช้งาน การติดตั้งเครื่องจักร และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียง

1.2.2 อันตรายจากวัตถุดิบ

เนื่องจากในโรงงานผลิตแบตเตอรี่ปฐมภูมิ มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิดที่เป็นอันตราย ทำให้คนงานที่ปฏิบัติงานมีโอกาสสัมผัสกับสารเหล่านี้ และเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยได้ โดยเฉพาะแมงกานีสไดออกไซด์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักและก่อให้เกิดโรคที่ร้ายแรง คนงานมีโอกาสเกิดโรคเนื่องมาจากพิษของแมงกานีส ได้แก่ คนงานที่ปฏิบัติงานในแผนกบดแร่ ร่อนแร่ ผสมแร่ และปั้มก้อนถ่าน แต่อาการของโรคจะเกิดมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะเวลาที่สัมผัส ปริมาณสารที่ได้รับ

ความสมบูรณ์ของร่างกายและความต้านทานของคนงานแต่ละคน และสุขนิสัยส่วนตัว

2. การทิ้งหลังจากใช้งาน

แบตเตอรี่ปฐมภูมิมีปริมาณของโลหะหนักเจือปนอยู่สูง ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากจะเกิดการสึกกร่อนของโลหะหนัก และสารเคมีต่างๆ ที่อยู่ภายใน เช่น แมงกานีสไดออกไซด์ สังกะสี ปรอท จะเกิดการรั่วไหลออกสู่ภายนอกละลายปนกับน้ำ ชะล้างมูลฝอยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ และในบางครั้งหากมีการจุดไฟเผามูลฝอย การลุกไหม้จะทำให้โลหะบางส่วนถูกเผากลายเป็นมลพิษในอากาศ

การทำลายแบตเตอรี่ปฐมภูมิที่ใช้แล้วเป็นปัญหาที่สำคัญโดยเฉพาะเมื่อมีปรอทเป็นส่วนผสม เนื่องจากเมื่อแบตเตอรี่ปฐมภูมิ ถูกเผาจะปล่อยไอสารปรอทไปในอากาศ ปรอทในสถานะที่เป็นของเหลวจะมีความเป็นพิษไม่มากนัก แต่เมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นไอจะมีพิษอย่างรุนแรง ไอปรอทสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางจมูก ปาก และผิวหนัง เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะมีปฏิกิริยาแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งจะไปขัดขวางปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่จะให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยจะทำให้เกิดกรดแลกติก (lactic acid) ซึ่งเป็นผลร้ายต่อเซลล์ภายในร่างกาย และจะปรากฏผลออกมาในรูปของการแสดงอาการผิดปกติต่างๆ ของร่างกาย [22]

อันตรายที่เกิดจากพิษปรอทจำแนกได้ 2 ชนิดคือ เรื้อรัง และเฉียบพลัน สำหรับอาการเรื้อรังนั้นเกิดขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับพิษของสารปรอททีละเล็กละน้อยและเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกาย ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกมีรสโลหะในปาก เหงือกและปากอักเสบ อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปรอทจะทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางทำให้ผู้ป่วยมีอาการเคลื่อนไหวสั่นกระตุก โดยเริ่มที่มือก่อน ต่อมาจะเกิดขึ้นที่ใบหน้า แขน และขา การสัมผัสปรอททางผิวหนังทำให้เกิดอาการแพ้เป็นผื่นโรคผิวหนังได้ ส่วนอาการเฉียบพลัน เกิดขึ้นเมื่อสูดหายใจเอาไอหรือฝุ่นสารปรอทเข้าสู่ร่างกายเป็นปริมาณสูงในทันทีทันใด จะทำความระคายเคืองต่อระบบหายใจอย่างรุนแรง ทำให้เจ็บหน้าอก หายใจลำบาก หากรับประทานเข้าไปเป็นปริมาณมาก จะทำให้เกิดอาการปวดท้องและอาเจียน และถ้าสารปรอทเข้าถึงลำไส้ จะทำให้ปวดลำตัวและถ่ายเป็นเลือด และอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตในทันที [23 , 24]

นอกจากจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรงในรูปของโลหะแล้ว ปรอทในหลายรูปสามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของเมทิล (methyl mercury) ซึ่งมีพิษมากได้โดยแบคทีเรียที่อยู่ในดินตะกอน ปรอทในรูปนี้มีความเป็นพิษต่อมนุษย์สูงกว่าในรูปของโลหะ

หลายเท่าและถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารได้ด้วย พบว่าบริเวณที่มีการทิ้งของเสียที่มีสารอินทรีย์จะทำให้อัตราการเกิดของปรอทในรูปเมทิลสูงขึ้น [24]

เอกสารอ้างอิง

[1] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 1 ทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก. 96 - 2549. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[2] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผนและวิธีการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบแบบแอตทริบิวส์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 465 - 2527. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[3] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 2 ข้อกำหนดคุณลักษณะทางรูปร่าง และทางไฟฟ้า มาตรฐานเลขที่ มอก. 2219 - 2548. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[4] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 5 แบตเตอรี่ที่มีอิเล็กโทรไลต์เหลว เฉพาะด้านความปลอดภัย มาตรฐานเลขที่ มอก. 2266 - 2549. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[5] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 3 แบตเตอรี่นาฬิกา มาตรฐานเลขที่ มอก. 2304 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[6] IEC 60086-4 (Primary batteries – Part 4) : Safety of lithium batteries.

[7] IEC 60410 (1973) : Sampling plans and procedures for inspection by attributes

[8] IEC 61429 (1995) : Marking of secondary cells and batteries with the international recycling symbol ISO 7000 – 1135

[9] ISO 3951 (1989) : Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent nonconforming

[10] ISO/IEC Directives – Part 2 (1992)

[11] http://elecnet99.212cafe.com/archive/2006-10-19/battery/

[12] http://www.electron.rmutphysics.com/physicsglossary/index.php?option=com_content&task=view&id=4795&Itemid=70

[13] http://www.electron.rmutphysics.com

[14] Crompton, T.R. Small Batteries-Primary cells.

[15] International Electrotechnical Commission : Primary Batteries. Reference number CEI/IEC 86-1: 1993.

[16] International Electrotechnical Commission : Primary Batteries. Reference number CEI/IEC 86-2: 1994.

[17] โครงการควบคุมความปลอดภัยในโรงงานผลิตถ่านไฟฉาย. กองความปลอดภัยโรงงาน. 2534.

[18] เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์. ผลการบริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงานถ่านไฟฉายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของคนงาน. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. 2532.

[19] http://www.customs.go.th

[20] พักตร์วิมล เพียรเลิศล้ำ. การทำงานในโรงงานถ่านไฟฉาย. จุลสารสภาวะแวดล้อม 4 (1) 2528 หน้า 20-27.

[21] ผลต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย. งานสารเป็นพิษ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531.

[22] ปัญหามลพิษจากอุตสาหกรรมถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่แห้งและผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว. ฝ่ายจัดการของเสียอันตราย กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ. 2536.

[23] ปรอทมีพิษอย่างไร. วิศวกรรมสารเทคโนโลยี 45 (11) ปี 2535 หน้า 97-98.

[24] ธีระพล คังคะเกตุ. ปรอทกับสิ่งแวดล้อม. จุลสารสภาวะแวดล้อม 3 (6) 2527 หน้า 16-18.