บทที่ 3

การผลิตถ่านไฟฉาย

ถ่านไฟฉาย หรือที่เรียกว่า แบตเตอรี่แห้ง หรือเซลแห้ง (dry cell) หรือ เลอ-คังเชเชล (Lechanché cell) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดปฐมภูมิ (primary cell) โดยทั่วไปให้แรงดันไฟฟ้าต่ำประมาณ 1.5 โวลต์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในถ่านไฟฉายเป็นปฏิกิริยาแบบไม่ผันกลับ (irreversible) เมื่อใช้ไปนาน ๆ สารตัวใดตัวหนึ่งหมด ถ่านไฟฉายนั้นจะไม่ให้กระแสไฟฟ้าอีก ซึ่งเรียกกันว่า ถ่านหมด ทั้งนี้เพราะปฏิกิริยาภายในถ่านเข้าสู่สมดุล ทำให้ความต่างศักย์ของขั้วทั้งสองเท่ากัน จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลระหว่างขั้วทั้งสอง

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในถ่านไฟฉายนั้น สังกะสีจะเป็นฝ่ายให้อิเลคตรอน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) กลายเป็น Zn^{2+} เรียกว่า ขั้วลบ ส่วนที่ขั้วบวกเกิดปฏิกิริยา รีดักชั่น (reduction) โดย สารละลายนำไฟฟ้าแอมโมเนียมคลอไรด์ จะเป็นตัวเข้าร่วมปฏิกิริยารับอิเลคตรอนจากสังกะสีและปฏิกิริยาที่เกิดจะอยู่รอบ ๆ แท่งถ่าน (carbon rod)

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นพอสรุปได้ดังนี้

ที่ขั้วลบ

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

ที่ขั้วบวก

$$2NH_4Cl \longrightarrow 2NH_4^{+} + 2Cl^{-}$$

$$2NH_4^{+} \longrightarrow 2NH_3 + 2H^{+}$$

$$2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2$$

$$H_2 + 2MnO_2 \longrightarrow H_2O + Mn_2O_3$$

ปฏิกิริยารวมที่ขั้วบวก

$$2MnO_2 + 2NH_4^{+} + 2e^{-} \longrightarrow Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 <u>วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านไฟฉาย</u>

การผลิตถ่านไฟฉายในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้การผลิตแบบ เพสท์เซล (paste cell) คือ ใช้สารละลายนำไฟฟ้าทำให้มีลักษณะคล้ายแป้งเปียก หรือที่เรียกว่า อิเลคโตรไลต์เพสท์ (electrolyte paste) วัตถุดิบที่ใช้ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญได้แก่

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ผลิตถ่านขั้วบวก

3.1.1.1 แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่ออายุการใช้งานของถ่าน เพราะแมงกานีสไดออกไซด์ จะใช้เป็นตัวดีโพลาไรเซอร์ (depolarizer) คือ ตัวช่วยลดแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ โดยไฮโดรเจน จะไปเกาะติดอยู่ที่แท่งคาร์บอน ทำให้กระแสไฟฟ้าเดินไม่สะดวก แร่แมงกานีสไดออกไซด์ที่ใช้ส่วนใหญ่ได้จากธรรมชาติ ปกติได้แก่ แร่ไพโรลูไซต์ ซึ่งมีส่วนประกอบของแมงกานีสอยู่มากกว่า 72% นอกจากนั้นกรณีที่ต้องการใช้แมงกานีสที่มีความบริสุทธิ์สูง เพื่อใช้สำหรับผลิตถ่านที่มีคุณภาพพิเศษ เช่น ถ่านขนาดเล็ก จะใช้แมงกานีสที่ได้จากการสังเคราะห์ ได้แก่ อิเลคโตรไลติค แมงกานีสไดออกไซด์ (electrolytic manganese dioxide)

3.1.1.2 แกรไฟต์ (graphite) เป็นผงถ่านที่บดละเอียดขนาดเล็กประมาณ 65-70 ไมครอน ใช้ผสมลงไปเพื่อให้เป็นตัวนำไฟฟ้า

3.1.1.3 ผงเขม่าดำ (carbon black or acethylene black) เป็นคาร์บอนบริสุทธิ์บดละเอียดเป็นผงสีดำ ใช้สำหรับดูดสารละลายนำไฟฟ้า

3.1.1.4 แท่งคาร์บอน (carbon rod) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญใช้เป็นขั้วบวกทำจากถ่านโค๊กผสมกับสารที่ทำให้ติดแน่น (binding agent) จะต้องมีรูพรุนพอที่แก๊สไฮโดรเจนจะแทรกอยู่ได้ แต่ต้องไม่ดูดซึมสารละลายจนซึมไปจนถึงจุกโลหะ เพราะจะทำให้เกิดการผุกร่อน

3.1.2 วัตถุดิบที่ใช้เป็นขั้วลบ ได้แก่ สังกะสี ปกติจะเป็นโลหะผสม (zinc alloy) เช่น สังกะสีผสมกับปรอท หรือ แคดเมียม เพื่อให้ทนต่อการผุกร่อน แต่ในกรณีที่สารละลายนำไฟฟ้าใส่ เมอร์คิวริคคลอไรด์ (mercuric chloride) ลงไป ไม่จำเป็นต้องใช้โลหะผสมของสังกะสี

3.1.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำสารละลายนำไฟฟ้า

3.1.3.1 แอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride, NH_4Cl)

3.1.3.2 เมอร์คิวริคคลอไรด์ (mercuric chloride, $HgCl_2$) ใช้ผสมลงไปเพื่อให้เกิด ซิงค์อมัลกัม (zinc amalgam) คือเป็นสารผสมระหว่างสังกะสีที่ขั้วลบกับปรอท ทำให้ลดการผุกร่อนของสังกะสี นอกจากนั้นยังเป็นสารป้องกันเชื้อราให้กับสารละลายนำไฟฟ้าอีกด้วย

3.1.3.3 เจลลิงเอเจนท์ (gelling agent) ใช้เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อทำให้สารละลายนำไฟฟ้ามีลักษณะเป็นแป้งเปียก ได้แก่ น้ำแป้งชนิดต่าง ๆ

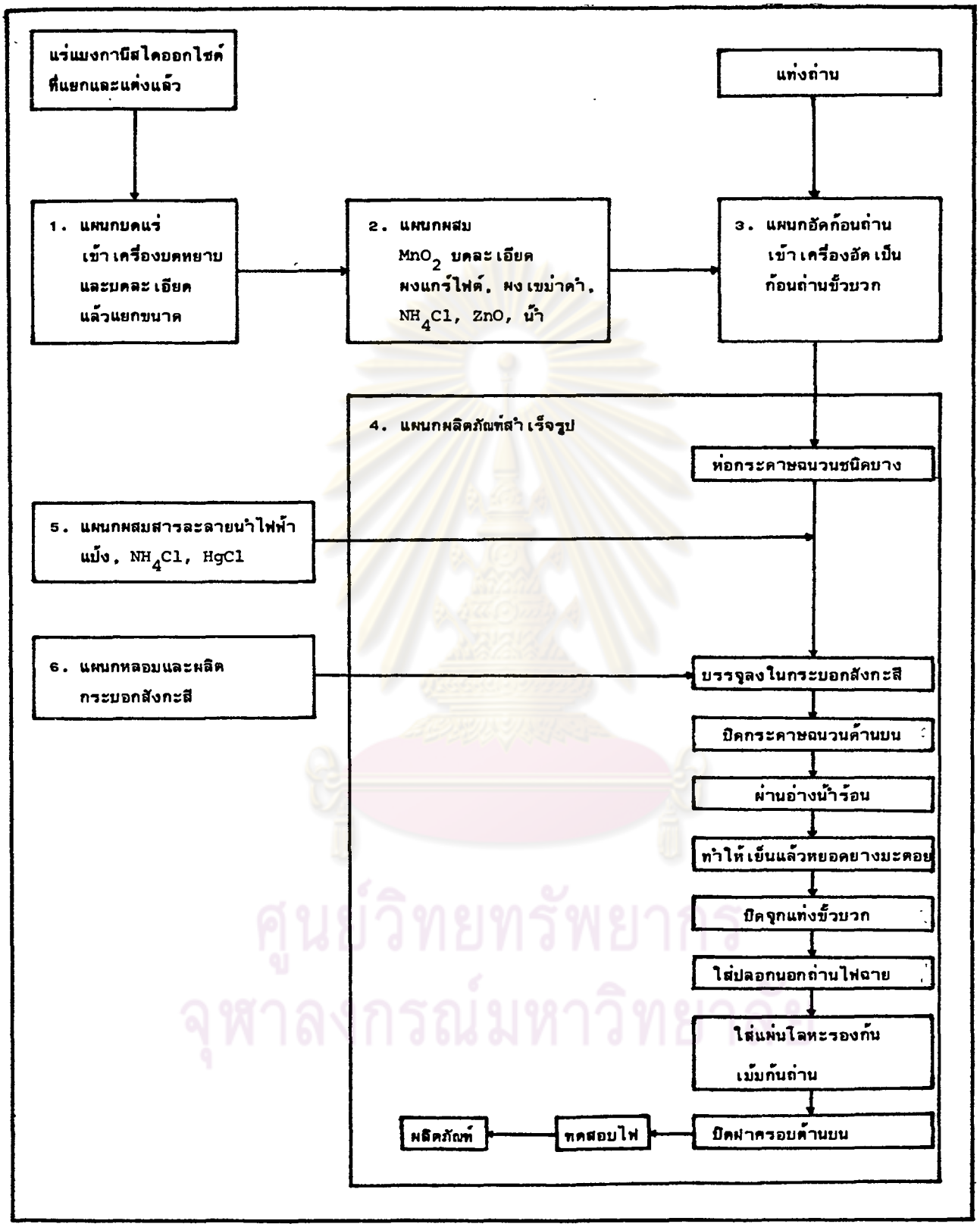
3.1.4 ส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ สารสำหรับผนึก (sealing compounds) ใช้ปิดส่วนบนของกระบอกสังกะสี เช่น ยางมะตอย หรือ เรซิน กระดาษสำหรับห่อก้อนถ่านขั้วบวก เพื่อแยกไม่ให้สัมผัสกับขั้วลบ ปลอกนอกถ่านไฟฉาย กระดาษฉนวนสำหรับปิดส่วนบนและรองก้น และแผ่นโลหะรองก้นขั้วลบ เป็นต้น

3.2 <u>ขบวนการผลิตถ่านไฟฉาย</u>

ขบวนการผลิตถ่านไฟฉาย สามารถแยกเป็นขั้นตอนสำคัญ ๆ ดังแสดงในรูป 3.1

3.2.1 แผนกบดแร่ (grinding section) จะรับเอาแร่แมงกานีสที่แยกและแต่งให้มีเปอร์เซนต์สูงขึ้นแล้ว มาบดให้ละเอียด โดยจะทำการบดหยาบด้วยลูกกลิ้ง (roller) หรือชบให้แตก (jaw crusher) แล้วจึงนำมาบดให้ละเอียดด้วยบอลล์มิลล์ (ball mill) แล้วคัดขนาดด้วยตะแกงลม ส่วนที่ขนาดใหญ่เกินกว่าการนำไปใช้ประโยชน์ได้จะนำไปบดใหม่ ส่วนที่ขนาดเล็กละเอียดเกินไปจะนำไปทิ้งหรือนำไปผสมกับแมงกานีสที่ถูกคัดขนาดแล้วบางส่วน

3.2.2 แผนกผสม (mixing section) จะนำเอาแมงกานีสไดออกไซด์จากแผนกบดมาผสมกับสารอื่น ๆ ได้แก่ แอมโมเนียมคลอไรด์ ซิงค์ออกไซด์ แกรไฟต์ และผงเขม่าดำ แล้วใช้น้ำฉีดลงไป เพื่อทำให้ส่วนผสมมีความชื้น และทำให้มีการเกาะตัวไม่แตกร้าว เมื่อนำไปอัดเป็นก้อนถ่าน ส่วนผสมนี้คือ ดีโพลาไรเซอร์มิกซ์ (depolarizer mix) หรือที่เรียกว่าดินดำผสม



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนของการผลิตถ่านไฟฉาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.3 แผนกอัดก้อนถ่าน (tamping section) จะนำแมงกานีสที่ผสมแล้วมาอัดเป็นก้อน โดยมีแท่งคาร์บอนอยู่ตรงกลาง ส่วนของก้อนถ่านที่อัดนี้จะเป็นส่วนที่ใช้เตรียมเป็นขั้วบวกของก้อนถ่านไฟฉาย

3.2.4 แผนกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (finishing section) ส่วนนี้จะรวมตั้งแต่การนำแท่งถ่านขั้วบวก ลงในกระบอกสังกะสีที่เติมสารละลายนำไฟฟ้าแล้ว จากนั้นปิดฝาบนด้วยกระดาษฉนวนชนิดหนา แล้วนำไปผ่านอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส นานราว 2-3 นาที เพื่อทำให้แป้งสุก เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นแล้วผนึกฝาบนด้วยยางมะตอย และปิดจุกโลหะที่แท่งคาร์บอน ใส่ปลอกถ่านไฟฉาย ใส่แผ่นโลหะรองก้นแล้วเม้มให้เรียบร้อย จึงทดสอบไฟแล้วนำไปบรรจุลงกล่อง

3.2.5 แผนกผสมสารละลายนำไฟฟ้า หรือน้ำยาเคมี หรือน้ำแป้ง ประกอบด้วยแป้ง แอมโมเนียมคลอไรด์ และเมอร์คิวริคคลอไรด์ นำมาผสมให้เข้ากัน แล้วเติมลงในกระบอกสังกะสีขั้วลบ ซึ่งรองก้นไว้ด้วยกระดาษฉนวนชนิดหนา

3.2.6 แผนกหลอมและผลิตกระบอกสังกะสี จะเริ่มตั้งแต่การนำเอาสังกะสีมาเข้าเบ้าหลอม แล้วรีดออกเป็นแผ่น จากนั้น นำมาตัดเป็นรูปวงกลมหรือหกเหลี่ยม แล้วปั๊มให้เป็นรูปทรงกระบอกก้นปิด และตัดให้ได้ขนาด สำหรับกระบอกสังกะสีนี้ใช้เป็นขั้วลบของถ่านไฟฉาย

3.3 <u>โอกาสที่จะได้รับแมงกานีสจากขบวนการผลิตถ่านไฟฉาย</u>

แมงกานีสนับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ และมีอันตรายต่อคนงานมากที่สุดในขบวนการผลิตถ่านไฟฉาย เมื่อดูจากขั้นตอนการผลิตแล้ว พอจะแยกบริเวณที่คนงานมีโอกาสสัมผัส หรือได้รับแมงกานีสเข้าสู่ร่างกาย ได้ดังนี้

3.3.1 บริเวณแผนกบด เป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับแมงกานีสมาก เพราะในบริเวณนี้จะมีแร่แมงนีส ซึ่งมีความบริสุทธิ์กว่า 72% ฉะนั้น ฝุ่นผงทั้งหมดในบริเวณนี้ส่วนใหญ่จะมีองค์ประกอบของแมงกานีสสูง แต่นับว่ายังโชคดีที่การทำงานในบริเวณนี้ทำในช่วงสั้น ๆ เมื่อมีการบดแมงกานีสพอเพียง แล้วจะหยุดการทำงานของแผนกอาจใช้เวลานานเป็นเดือน จึงจะเริ่มทำใหม่ และนอกจากนี้ บริเวณแผนกบดยังมีการทำงานของเครื่องจักรส่วนใหญ่

เป็นระบบปิด (closed system) ตั้งแต่ส่งแร่เข้าเครื่องบด จนกระทั่งแร่ที่บดแล้วถูกส่งมายังเครื่องซั่ง ทำให้ลดการฟุ้งกระจาย แต่อย่างไรก็ตามมักจะมีปัญหาขณะนำแมงกานีส ที่บดแล้วมาซั่ง จะเกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแมงกานีสซึ่งมีขนาดเล็ก ทำให้คนงานมีโอกาสสัมผัสมากขึ้น และถ้าหากการควบคุมบริเวณการซั่งไม่ดีพอ หรือการทำงานไม่ระมัดระวัง จะยิ่งทำให้เพิ่มอันตรายมากขึ้น

3.3.2 บริเวณแผนกผสม บริเวณนี้แม้ว่าจะมีการฟุ้งกระจายของฝุ่นมาก แต่ฝุ่นบริเวณนี้ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสลดลงบ้างแล้ว อย่างไรก็ตามบริเวณนี้นับเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการทำงานสูง และควรสนใจมากเป็นพิเศษ เพราะเป็นบริเวณที่มีการทำงานมาก และเป็นการทำงานประจำตลอดที่การผลิตดำเนินอยู่

3.3.3 บริเวณอัดก้อนถ่าน เป็นแผนกที่นำแมงกานีสที่ผสมแล้วและมีลักษณะค่อนข้างชื้น มาอัดให้เป็นก้อน โดยมีแท่งคาร์บอนอยู่ตรงกลาง แม้ว่าบริเวณนี้ จะไม่ค่อยมีการฟุ้งกระจายของแมงกานีสอยู่ก็ตาม แต่ส่วนใหญ่บริเวณนี้ จะมีคนงานอยู่มาก การสัมผัสแมงกานีส อาจมีการฟุ้งกระจายจากบริเวณอื่นด้วย หรือจากการกวาดพื้นทำความสะอาด

3.3.4 บริเวณผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป แม้ว่าบริเวณนี้จะมีโอกาสได้รับฝุ่นของแมงกานีสน้อยมากก็ตาม แต่ก็อาจพบได้ในกรณีที่โรงงานไม่ได้แยกขบวนการผลิตอื่น ๆ ที่มีฝุ่นแมงกานีสออกจากแผนกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย