บทที่ 5

บทสรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปและวิจารณ์

5.1.1 จากการศึกษาผลของความหนาของตัวอย่างต่อความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับ แสดงว่า จุดอิ่มตัวของการกระเจิงกลับที่ความหนาประมาณ 250 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป ดังนั้นในการนำเทคนิคนี้ไปใช้ในการหาปริมาณธาตุในโลหะผสมสองธาตุ ตัวอย่างจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 250มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรเพื่อให้ความเข้มรังสีเบตากระเจิงกลับขึ้นอยู่กับเลขอะตอมประสิทธิผล (effective atomic number) เพียงอย่างเดียว

5.1.2 ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับเลขอะตอมของตัวอย่าง โดยใช้ธาตุต่าง ๆ คือ คาร์บอน ($_{6}C$) อะลูมิเนียม ($_{13}Al$), ทองแดง($_{29}Cu$), สังกะสี ($_{30}Zn$), แคดเมียม ($_{48}Cd$) และตะกั่ว ($_{82}Pb$) ได้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีเป็นไปตาม Tittle's formular กล่าวคือ จำนวนนับรังสีเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม (Z) ตามอัตราส่วนของค่า 1 - EXP (-Z/40) แต่ค่าที่ได้มีความแตกต่างจากคำนวณไปบ้าง เนื่องมาจากความบริสุทธิ์ของตัวอย่างที่ใช้ ค่าสถิติในการนับรังสี และความคลาดเคลื่อนของสูตรคำนวณจากผลการวิจัยขั้นนี้เป็นการยืนยันให้เห็นว่า ถ้าโลหะผสมสองธาตุมีเลขอะตอมของธาตุทั้งสองแตกต่างกันมากพอ จะสามารถใช้เทคนิคการกระเจิง-กลับของรังสีเบตาวิเคราะห์ส่วนผสมของโลหะผสมชนิดนี้ได้สะดวก

5.1.3 ผลการหาพลังงานสูงสุดของรังสีเบตาที่กระเจิงกลับจากตะกั่วและดีบุกยืนยันให้เห็นว่าพลังงานของรังสีเบตาที่กระเจิงกลับจากตัวอย่างที่มีเลขอะตอมต่ำ มีค่าลดลงมากกว่าเมื่อตัวอย่างมี

เลขอะตอมสูง จากปรากฏการณ์นี้สามารถทำให้เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตามีความไวสูงขึ้นได้ ถ้ามีการเลือกวัดที่พลังงานเหมาะสมหรือใช้แผ่นกรองรังสี (radiation filter) ที่มีความเหมาะสม จากผลการวิจัยในหัวข้อ4.3 ทำให้ทราบว่า รังสีเบตาจากต้นกำเนิดรังสีสตรอนเชียม-90/อิตเทรียม-90 มีพลังงานสูงสุด 2.28 MeV เมื่อกระเจิงกลับจากตะกั่วและดีบุกที่ใช้เป็นตัวอย่างแล้วมีพลังงานสูงสุดเหลือประมาณ 1.534 MeV และ 1.397 MeV ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราส่วนจำนวนนับรังสีของตะกั่วต่อดีบุกมีค่าเพิ่มจาก 1.396 ถึง 2.183 ต่อจากนั้นมีค่าประมาณค่อนข้างคงที่คือ 2 ในช่วงความหนาประมาณ 985.5 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป จะได้จำนวนนับรังสีต่ำและอัตราส่วนจำนวนนับรังสีของตะกั่วต่อดีบุกมีความแปรปรวนมาก ซึ่งผลการวิจัยนี้แสดงว่าสามารถใช้แผ่นกรองรังสีช่วยแยกความแตกต่างหรือเพิ่มความไวของเทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตา ได้

5.1.4 ในการเปรียบเทียบการใช้แผ่นอะลูมิเนียมความหนาต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 0 ถึง 730.5 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร วางไว้หน้าหัววัดไกเกอร์-มูลเลอร์ เพื่อกรองรังสีพลังงานต่ำ ๆ ทิ้งไป พบว่า เมื่อใช้ตัวอย่างโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก ที่มีส่วนผสมต่าง ๆ กัน ตั้งแต่มีปริมาณตะกั่ว 0% จนถึง 99.99 % ความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีต่อปริมาณตะกั่ว มีค่าเพิ่มขึ้นตามความหนาแผ่นกรองรังสี โดยมณฑลไม่ใช้แผ่นกรองรังสีได้อัตราส่วนจำนวนนับรังสีของตะกั่วต่อของดีบุกเท่ากับ 1.381เพิ่มเป็น 2.001เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีหนา 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเป็น 2.137 เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีหนา 570.5 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อพิจารณาจากความชันที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตามีความไวพอที่จะใช้ในการหาปริมาณตะกั่วและดีบุก ในโลหะผสมของธาตุทั้งสองนี้ได้

5.1.5 ในการสร้างกราฟปรับเทียบระหว่างความเข้มรังสีเบตากระเจิงกลับกับปริมาณตะกั่วในโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก เพื่อนำไปใช้ในการหาปริมาณตะกั่วและดีบุก ได้เลือกใช้แผ่นกรองรังสีที่มีความหนาประมาณ 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื่องจากได้ค่าอัตราส่วนจำนวนนับของตัวอย่างตะกั่วต่อดีบุกประมาณ 2.0 ซึ่งมากพอที่จะนำไปใช้ได้ และมีค่าจำนวนนับรังสีสุทธิต่อแบคกราวด์สูงพอ อย่างไรก็ตามในการสร้างกราฟปรับเทียบได้ใช้เวลานับรังสีตัวอย่างละ 12000 วินาทีนั้นเพื่อให้ผลของจำนวนนับรังสีมีความเที่ยงตรงสูง ความแปรปรวนน้อยกว่า $\pm$ 0.5% (2)

5.1.6 จากการทดลองหาปริมาณตะกั่ว ในตัวอย่างโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกจากโรงงานผลิตจำนวน 22 ตัวอย่าง เทียบกับผลที่ได้จากวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ และวิธีอะตอมมิกแอบซอร์บชัน หรือวิธีหาความถ่วงจำเพาะ (2 วิธีหลังเป็นผลวิเคราะห์จากโรงงานผลิต) พบว่าส่วนใหญ่ได้ค่าแตกต่างไม่เกิน 1% ตัวอย่างที่มีผลแตกต่างกันนั้น น่าจะมีสาเหตุที่สำคัญมาจากความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของแต่ละชิ้นงาน ซึ่งจากประสบการณ์ของผู้วิจัยพบว่าการหลอมโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกให้เป็นเนื้อเดียวกันนั้นทำได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีดีบุกผสมอยู่ตั้งแต่ประมาณ 50% ขึ้นไป

5.1.7 จากผลการทดสอบความเที่ยงตรงของเทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตาตามเงื่อนไขที่ได้ในการวิจัยนี้ โดยนับรังสีจากตัวอย่างดีบุก (99.9%Sn) และตะกั่ว (99.99%Pb) โดยไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่งตัวอย่าง พบว่าได้ค่าจำนวนนับรังสีที่มีความเที่ยงตรงสูง คือมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน $\pm$ 0.41 % และ $\pm$ 0.23 % สำหรับดีบุกและตะกั่วตามลำดับ การตรวจสอบการผสมไม่เป็นเนื้อเดียว ความเรียบของผิว และระนาบผิว ตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่างชุด B ทดสอบเลื่อนวัด 3 ตำแหน่ง มีค่าใช้ความแปรปรวนของการวัดประมาณ $\pm$ 0.09% ถึง 0.98%

เนื่องจากตัวอย่างที่ได้มาจากโรงงานบางแห่ง บางชิ้นมีขนาดเล็ก เพราะฉะนั้นเพื่อให้การวิจัยอยู่ในเงื่อนไขเดียวกัน และตัดปัญหาเรื่องขนาดตัวอย่าง จึงใช้หน้ากาก (MASK)จำกัดพื้นที่ตัวอย่างเหลือเพียง 1.54 ตารางเซนติเมตร ซึ่งทำให้ความแรงรังสีจากต้นกำเนิดรังสีลดลงด้วย

และในการวิจัยนี้ มีการนำเทคนิคการใช้แผ่นกรองรังสีเบตา มาใช้ในการเพิ่มความไวซึ่งการใช้แผ่นกรองรังสี ย่อมทำให้ความเข้มของรังสีที่นับได้มีค่าลดลง ทำให้ทำให้ต้องใช้เวลานับรังสีนานถึง 12000 วินาที หรือเท่ากับประมาณ 3 ชั่วโมง 20 นาทีต่อครั้ง ซึ่งนับว่านาน แต่สามารถลดเวลานับรังสีให้อยู่ในช่วงไม่กี่นาทีได้โดยเพิ่มความแรงของต้นกำเนิดรังสีที่จะใช้การใช้ต้นกำเนิดรังสีที่มีความแรงสูงขึ้น นอกจากจะทำให้ใช้เวลาน้อยลงแล้ว ยังจะทำให้ความแปรปรวนน้อยลงไปด้วย เนื่องจากจะทำให้อัตราส่วนของจำนวนนับรังสีสุทธิต่อแบคกราวด์มีค่าสูงขึ้น

การวิจัยนี้แสดงให้เห็นแนวทางที่จะนำเทคนิครังสีเบตากระเจิงกลับไปใช้ในการหาปริมาณธาตุในโลหะผสมสองธาตุในกระบวนการอุตสาหกรรมได้ แต่โลหะที่เป็นส่วนประกอบทั้งสองธาตุนั้นจะต้องมีเลขอะตอมแตกต่างกันมากพอ จึงจะมีความไวสูง อย่างเช่น โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก ที่ทดสอบในการวิจัยนี้ หรือโลหะอื่น ๆ ที่อยู่ในข่ายที่จะนำไปใช้ได้ เช่น ทองเค ซึ่งประกอบด้วย ทองคำ (Z = 79) กับทองแดง (Z = 29) โลหะผสมทองแดง (Z = 29)กับดีบุก (Z = 50) โลหะผสมทองคำ (Z = 79) กับโรเดียม (Z = 45) และโลหะผสมทองแดง (Z = 29) กับอะลูมิเนียม (Z = 13) เป็นต้น ข้อเสียของเทคนิคนี้ นอกจากไม่สามารถใช้งานได้กับโลหะผสมที่มีส่วนผสมเป็นธาตุที่เลขอะตอมใกล้เคียงกัน (อย่างเช่นทองเหลือง)แล้วยังมีข้อเสียที่สำคัญอีกข้อหนึ่งคือ ถ้ามีสารเจือปนอยู่ในตัวอย่าง นอกจากธาตุสองธาตุที่เป็นส่วนประกอบหลักแล้ว ก็จะทำให้ผลการหาปริมาณผิดไป โดยที่ผู้นำไปใช้ไม่ทราบ แต่ถ้าใช้ควบคุมคุณภาพของการผลิตโลหะผสม เช่น การผลิตโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกแล้ว เทคนิคนี้จะมีประโยชน์อย่างมาก เพราะสามารถใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ

(Material) ที่จะนำมาผสมได้ด้วย และเมื่อผสมแล้วก็สามารถตรวจสอบได้ว่ามีส่วนผสมตรงตามที่ต้องการหรือไม่ รวมทั้งการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของโลหะผสมที่ผลิตขึ้นมาด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาการใช้เทคนิครังสีเบตากระเจิงกลับ ในการหาปริมาณธาตุในโลหะผสมสองธาตุชนิดอื่นๆ ที่ธาตุสองธาตุมีเลขอะตอมต่างกันมากพอสมควร เพื่อการนำไป ใช้ประโยชน์ให้กว้างขวางขึ้น

5.2.2 ควรมีการออกแบบต้นกำเนิดรังสีเบตาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมเพิ่มความแรงรังสีมากขึ้น และให้มีการกำบังรังสีที่เหมาะสม เพื่อลดแบคกราวด์อันเนื่องจากเบรมส์สตราห์ลุงรวมถึงรังสีเบตาที่กระเจิงจากต้นกำเนิดรังสีภายใน และส่วนประกอบบริเวณใกล้เคียง

5.2.3 ในการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้ผลถูกต้องมากที่สุด ควรมีสารมาตรฐานที่มีความบริสุทธิ์สูง มีส่วนผสมหลายค่า และต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกัน