บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

แทนทาลัม (Ta) และไนโอเบียม (Nb) ล้วนเป็นธาตุเศรษฐกิจที่มีคุณค่าอย่างสูงในทางอุตสาหกรรม ในธรรมชาตินอกจากจะพบแทนทาลัมและไนโอเบียมในแร่แทนทาไลท์ (tantalite) และแร่โคลัมไบท์ (columbite) ยังพบในแร่อื่น ๆ[2] เช่น แร่ยูซีไนท์ (euxenite) (Y, Ca, Ce, U, Th)(Nb, Ta, Ti)$_2O_6$, แร่ eschynite (Ce, Ca, Fe, Th)(Ti, Nb)$_2O_6$ แร่ betafite (U, Ca)((Nb, Ta, Ti)$_3O_9$-nH_2O รวมทั้งซามาสไกท์ (samarskite) (Y, Er, Ce, U, Ca, Fe, Pb, Th)(Nb, Ta, Ti, Sm)$_2O_6$ ด้วย ซึ่งแร่เหล่านี้เมื่ออยู่ปนกับแร่ดีบุกแล้วจะถูกคัดขายรวมกับหางแร่ดีบุกซึ่งได้ราคาถูก ประเทศไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมการผลิตแทนทาลัมและไนโอเบียมสำเร็จรูปออกจำหน่าย แต่ธาตุทั้งสองถูกขายออกสู่ตลาดภายนอกประเทศในรูปของวัตถุดิบ หากมีการศึกษาและการแยกเอาธาตุทั้งสองออกจากแร่ได้ก็จะเป็นประโยชน์ต่อประเทศอย่างยิ่ง เพราะทำให้ราคาขายได้สูงขึ้น

ประวัติของแทนทาลัมและไนโอเบียมเริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1801[2, 3] โดยนักเคมีชาวอังกฤษชื่อ Hatchett ได้แยกเอาออกไซด์สีขาวซึ่งมีความเป็นกรด ไม่ละลายน้ำและไม่หลอมเหลวง่าย ออกจากแร่สีดำชนิดหนึ่ง ซึ่งต่อมาพบว่าเป็นออกไซด์ของธาตุใหม่ จึงให้ชื่อธาตุนี้ว่า "โคลัมเบียม (columbium)" เพื่อเป็นเกียรติแก่เมืองที่มาของธาตุนี้ ในปี ค.ศ. 1802 Ekeberg ชาวสวีเดนได้ค้นพบธาตุ ๆ หนึ่งในแร่ชนิดหนึ่งซึ่งเขาเรียกว่าแทนทาไลท์ (tantalite) จึงให้ชื่อธาตุนี้ว่า "แทนทาลัม (tantalum)" ซึ่งมาจากชื่อของ Tantalus[2] ต่อมา Wallastion ได้ทำคุณภาพวิเคราะห์และกล่าวว่าธาตุโคลัมเบียมที่ Hatchett ค้นพบ และธาตุแทนทาลัมที่ Ekeberg ค้นพบนั้นเป็นธาตุเดียวกัน จน

กระทั่งปี ค.ศ. 1844 Rose ได้วิเคราะห์แร่โคลัมไบท์พบออกไซด์ที่มีความเป็นกรดของธาตุสองธาตุ ธาตุหนึ่งคือแทนทาลัม เหมือนของ Ekeberg และอีกธาตุเป็นธาตุใหม่ ให้ชื่อว่า "ไนโอเบียม (Niobium)" มาจากชื่อของ Niobe[2] ซึ่งเป็นลูกสาวของ Tantalus ในปี ค.ศ. 1866 Charles และ Marignace ได้พบวิธีแยกธาตุแทนทาลัมและไนโอเบียมได้สำเร็จ และได้พิสูจน์ว่าธาตุไนโอเบียมของ Rose ก็คือโคลัมเบียมของ Hatchett นั่นเอง

ในปี ค.ศ. 1951 Iupac (The International Union of Pure and Applied Chemistry) ได้เลือกให้ชื่อธาตุนี้ว่าไนโอเบียม

ไนโอเบียมและแทนทาลัมมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันมาก ดังตารางที่ 1.1[2, 4, 5]

ตารางที่ 1.1 แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไนโอเบียมและแทนทาลัม[2, 4, 5]

	ไนโอเบียม	แทนทาลัม
อะตอมมิคนัมเบอร์ (atomic number)	41	73
น้ำหนักอะตอม (atomic weight)	92.91	180.95
ไอออนนิคเรดิไอ (ionic radii)	0.69 $^{\circ}$A	0.68 $^{\circ}$A
จุดเดือด (boiling point)	4927 $^{\circ}$C	5425 $\pm$ 100 $^{\circ}$C
จุดหลอมเหลว (melting point)	2468 $\pm$ 10 $^{\circ}$C	2996 $\pm$ 50 $^{\circ}$C
ความหนาแน่น (density) (กรัม/ซม^3)	8.57	16.60
วาเลนซ์ (valence)	2, 3, 4?, 5	2?, 3, 4?, 5

ไนโอเบียมเป็นธาตุที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในทางนิวเคลียร์ ทั้งนี้เพราะไนโอเบียมจับนิวตรอนได้น้อย (low neutron-absorption cross-section) และมีจุดหลอมเหลวสูง จึงใช้สำหรับหุ้มเม็ดเชื้อเพลิง (CLADDING MATERIAL) และยังนิยมใช้ไนโอเบียมผสมเหล็ก (ferro-niobium) หรือแทนทาลัม ไนโอเบียมผสมเหล็ก (ferro-tantalum-niobium) ทำ STAINLESS STEEL เพื่อป้องกันไม่ให้พวกคาร์ไบด์ตกตะกอนที่อุณหภูมิ 200-1600 ° องศาฟาเรนไฮต์ ป้องกันการผุกร่อน (intergranular corrosion) และเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับ STAINLESS STEEL อีกด้วย นอกจากนี้ไนโอเบียมยังใช้ทำโลหะผสมที่ทนต่อความร้อนสูง ๆ ได้ เพื่อใช้สำหรับทำชิ้นส่วนของจรวด (aircraft jet engine) ใบจักร (gas turbines) โครงเครื่องบิน (airframes) และยังใช้ทำอาวุธพวกจรวด (missiles) อีกด้วย

ส่วนแทนทาลัมก็เป็นธาตุที่มีจุดหลอมเหลวสูง มีความแข็งและเหนียวมาก มีความดันไอต่ำและไม่วองไวต่อปฏิกริยาเคมีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 150 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ดีหลายอย่าง จึงนำมาใช้ทำตัวเก็บประจุไฟฟ้า (electrolytic capacitors) ใช้ทำเครื่องมือทางเคมีที่ต้องการความทนทานต่อการกัดกร่อน สารประกอบของแทนทาลัมบางชนิดยังใช้ทำเป็นตัวเร่งปฏิกริยา เช่นในการทำยางสังเคราะห์บิวตาไดอีน (butadiene) จากเอธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ในวงการแพทย์ก็ได้ใช้โลหะนี้อย่างกว้างขวาง ในการสร้างอุปกรณ์ทางศัลยกรรม เช่นนำไปใช้ทำชิ้นส่วนเกี่ยวกับ Bone Repair, Nerve Repair, Muscle Repair และอุปกรณ์ที่ใช้ทางศัลยกรรมตกแต่งด้วย ทั้งนี้เพราะโลหะแทนทาลัมทนต่อสภาพการสึกกร่อนในร่างกายได้ดี และไม่มีการรบกวนเนื้อเยื่อของสิ่งที่มีชีวิต โลหะแทนทาลัมสามารถใช้ในลักษณะที่เป็นแท่งแผ่นหรือเส้นลวดก็ได้เพราะไม่มีปฏิกริยากับกรดใด ๆ ยกเว้นกรดไฮโดรฟลูออริก แต่สามารถทำปฏิกริยากับด่างได้

ประเทศไทยเป็นแหล่งแร่ดีบุกที่สำคัญมากแห่งหนึ่งของโลก[1, 5] นอกจากมาเลเซีย, โบลิเวีย, อินโดนีเซีย, คองโก และไนจีเรียแล้ว โดยเฉพาะทางแถบภาคใต้ของประเทศไทย เช่น ภูเก็ต, สงขลา, พังงา, ระนอง และตะกั่วป่า เป็นแหล่งที่อุดมด้วยดีบุก ดังนั้นดีบุกจึงเป็นธาตุที่น่าสนใจอย่างยิ่งธาตุหนึ่ง แร่ดีบุกที่พบมากเป็นแร่แคสซิเตอร์ไรท์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(cassiterite) (SnO_2) ดีบุกมีน้ำหนักอะตอม 118.69 อะตอมมิคนัมเบอร์ 50 ความถ่วงจำเพาะ (ดีบุกสีเทา) 5.57 ของดีบุกสีขาว 7.5 จุดหลอมเหลว 231.89 องศาเซลเซียส จุดเดือด 2270 องศาเซลเซียส วาเลนซ์ 2, 4 ลักษณะทั่ว ๆ ไป ดีบุกจะเป็นโลหะสีเงิน (silvery white) อ่อน (malleable) และมีโครงสร้างเป็นผลึกที่แข็งมาก (highly crystaline structure) จนมักจะได้ยินคำว่า "tin cry" เมื่อมีการทำแท่งดีบุกให้โค้งงอ ดีบุกจะมีอัญรูป 2 หรือ 3 อย่าง (allotropic form) ถ้านำดีบุกสีเทา (α tin) ซึ่งมีลักษณะเป็นผลึกรูปเหลี่ยม (cubic form) ให้ร้อนถึง 13.2 องศาเซลเซียส จะเปลี่ยนเป็นดีบุกสีขาว (β tin) ซึ่งมีลักษณะผลึกเป็น Tetragonal และถ้าใช้อุณหภูมิสูงถึง 161 องศาเซลเซียส ดีบุกจะอยู่ในรูป γ tin

ในปัจจุบัน ดีบุกมีบทบาทที่สำคัญในทางอุตสาหกรรมอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะประโยชน์ของดีบุกสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้มากมาย เช่นใช้ชุบแผ่นเหล็กกันสนิม ทำกระป๋องบรรจุอาหาร ทำโลหะผสมสำหรับบัดกรี ทำฟิวส์ไฟฟ้า ทำหลอดบรรจุยา และยาสีฟัน ทำแผ่นดีบุกบาง ๆ สำหรับห่อของกันความชื้นได้ และทำของใช้อื่น ๆ อีกมากมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษากรรมวิธีการสกัด การแยก และการหาปริมาณของแทนทาลัม ไนโอเบียม และดีบุกในแร่ซามาสไคท์จากหางแร่ดีบุก เพื่อเป็นพื้นฐานในทางอุตสาหกรรมเคมีของแร่ที่มีส่วนประกอบของแทนทาลัม ไนโอเบียม และดีบุก

1.3 ขอบเขตของการทดลอง

สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.3.1 ศึกษาเทคนิคการหลอมแร่ด้วยโปแตสเซียมไบซัลเฟต ($KHSO_4$)

1.3.2 ศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการหลอมแร่

1.3.3 ศึกษาการแยกแทนทาลัม และไนโอเบียมออกจากธาตุอื่น ๆ โดยวิธีแลกเปลี่ยนอิออน (ion exchange)

1.3.4 ศึกษาการตรวจหาปริมาณแทนทาลัม ไนโอเบียม และดีบุก โดยวิธีสเปคโตรโฟโตเมตรี (spectrophotometry) วิธีทางเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (x-ray fluorescence) และวิธีทางนิวตรอนแอคติเวชัน (neutron activation analysis)