

1. ชื่อเทคโนโลยี (Technology Title) :

เทคโนโลยีรีไซเคิลตะกอนจากกระบวนการขัดเตรียมชิ้นแม่เหล็กกำลังสูงที่ไม่ใช่แล้ว ที่มีนีโอดีเมียม (Neodymium, Nd) เป็นองค์ประกอบ โดยการผลิตเป็นนีโอดีเมียมออกไซด์

2. ประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม (Industrial Sector) :

	อุตสาหกรรมแร่		อุตสาหกรรมโลหการ	X	อุตสาหกรรมรีไซเคิล
--	---------------	--	------------------	---	--------------------

3. ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Readiness Levels) :

ระดับต่ำ	TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	ระดับสูง
	Basic principle observed and reported	Technology concept and/or application formulated	Concepts demonstrated analytically or experimentally	Key elements demonstrated in laboratory environment	Key elements demonstrated in simulated environment	Representative of the deliverable demonstrated in relevant environments	Final development version of the deliverable demonstrated in operational environment	Actual deliverable qualified through test and demonstration	Operational use of deliverable
	องค์ความรู้และการวิจัยพื้นฐาน			ต้นแบบห้องปฏิบัติการ		ต้นแบบภาคสนาม			

4. รายละเอียดโดยสังเขป (Details Description) :

แนวคิด : ตะกอนจากกระบวนการขัดผิวชิ้นแม่เหล็กกำลังสูงที่มีนีโอดีเมียม (Neodymium, Nd) เป็นองค์ประกอบ เป็นของเสียที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีกระบวนการขัดผิวชิ้นแม่เหล็กกำลังสูงเพื่อให้มีรูปทรงตามที่ต้องการ โดยนีโอดีเมียมซึ่งเป็นหนึ่งในธาตุหายาก (Rare Earth Element) เป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 26.5 โดยน้ำหนัก การรีไซเคิลตะกอนดังกล่าวสามารถทำได้โดยใช้กระบวนการโลหวิทยา สารละลาย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นนีโอดีเมียมออกไซด์ความบริสุทธิ์ร้อยละ ๗๐ สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตแม่เหล็กกำลังสูง

ลักษณะและองค์ประกอบของวัสดุตั้งต้น : ตะกอนมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล
ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนจากกระบวนการขัดเตรียมชิ้นแม่เหล็กด้วย WDXRF

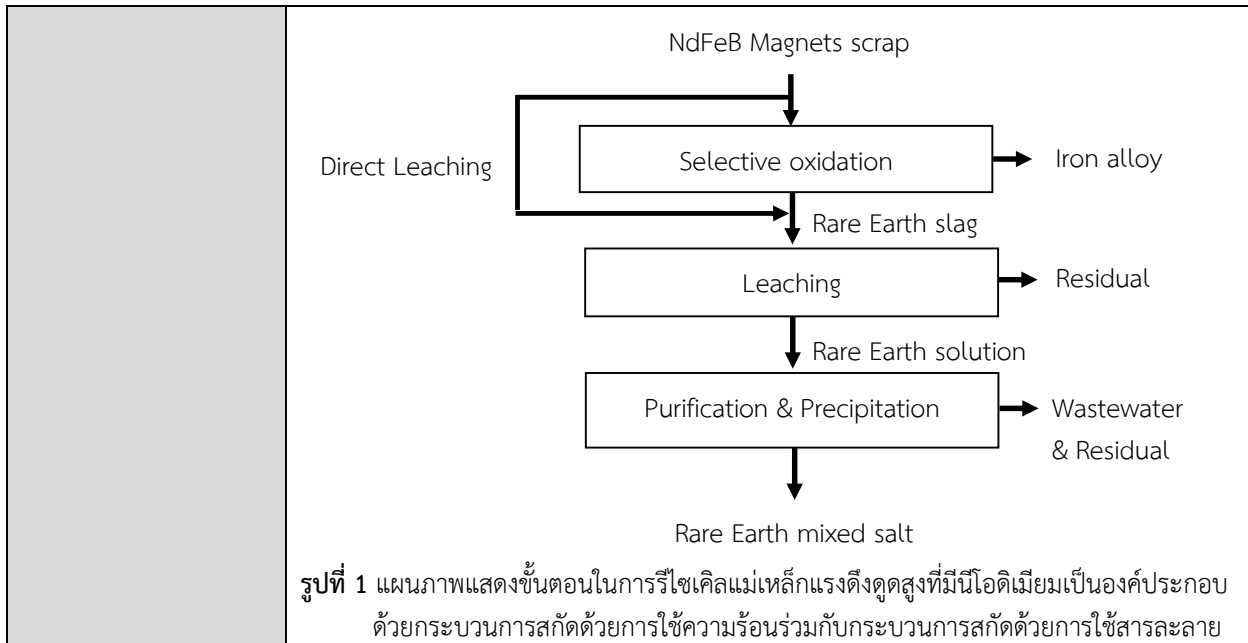
ธาตุ	ปริมาณ (%โดยน้ำหนัก)
Co	0.403
Al	16.339
Si	66.667
S	0.052
K	0.992
Ca	0.270
Ti	0.611
Fe	15.037
Cu	0.016
Ga	0.017

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ : นีโออดีเมียมออกไซด์

เทคโนโลยี/
กระบวนการที่ใช้ :

กระบวนการในการรีไซเคิลตะกอนจากกระบวนการขัดเตรียมชิ้นแม่เหล็กที่มีองค์ประกอบของนีโอติเมียม-เหล็ก-โบรอน เพื่อนำเอาผลผลิตที่ได้จากกระบวนการมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้ใหม่นั้น สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบและวิธีการด้วยกัน ซึ่งในแต่ละวิธีก็จะมีความแตกต่างกันของกระบวนการ ไปจนถึงผลผลิตที่ได้จากการรีไซเคิล และการนำผลผลิตที่ได้เหล่านี้ไปใช้งานในทางอุตสาหกรรม ซึ่งในการทดลองรีไซเคิลแม่เหล็กที่มีนีโอติเมียมเป็นองค์ประกอบในงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีการสกัดโดยใช้สารละลาย (hydrometallurgy)

ในการสกัดเอาโลหะหายาก เช่น นีโอติเมียมที่มีอยู่ในกากตะกอนจากกระบวนการเตรียมชิ้นแม่เหล็กที่มีองค์ประกอบของนีโอติเมียม-เหล็ก-โบรอน (Nd-Fe-B magnet) ซึ่งจะมีปริมาณนีโอติเมียมในส่วนผสมของแม่เหล็กมากกว่า 30% ออกมานั้น จะใช้กระบวนการสกัดโดยใช้ความร้อนร่วมกับการสกัดโดยใช้สารละลาย ซึ่งทำได้ด้วยการเลือกสกัดหรือแยกเอานีโอติเมียมออกจากเหล็กด้วยการออกซิไดซ์นีโอติเมียมด้วยออกซิเจนหรือเหล็กออกไซด์ และสามารถทำได้เช่นเดียวกันกับโลหะหายากตัวอื่น ๆ ให้มาอยู่ในรูปของเหล็กและนีโอติเมียมออกไซด์ เมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูงในบรรยากาศที่จะมีการออกซิไดซ์เฉพาะนีโอติเมียมและโลหะหายากด้วยออกซิเจน ซึ่งจะทำให้โลหะหายากเหล่านี้ไปอยู่ในรูปของตะกักรอกไซด์ (oxide slag) ที่มีโลหะหายากอยู่ในปริมาณที่สูง โดยจะเรียกกระบวนการสกัดด้วยการใช้ความร้อนในขั้นตอนนี้ว่า “selective oxidation หรือ thermal oxidation” จากนั้นเพื่อที่จะแยกเอานีโอติเมียมหรือโลหะหายากออกมา ตะกักรอกไซด์ที่มีปริมาณนีโอติเมียมสูงจะถูกนำไปผ่านกระบวนการสกัดด้วยการใช้สารละลายต่อไป หรืออีกวิธีหนึ่งคือทำการสกัดด้วยการใช้สารละลายด้วยการนำขยะแม่เหล็กที่ไม่ใช้งานแล้วนำไปชะละลายโดยตรงได้เลย โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการสกัดโดยใช้ความร้อน จากนั้นจะนำตะกักรอกไซด์ที่มีปริมาณนีโอติเมียมสูงหรือขยะแม่เหล็กกำลังสูงที่มีนีโอติเมียมเป็นองค์ประกอบ ไปทำการชะละลายเอานีโอติเมียมหรือโลหะหายากให้ละลายลงไปในสารละลาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วโลหะหายากจะสามารถละลายได้ในสารละลายกรด เช่น กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) หรือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) จากนั้นจะนำสารละลายที่มีนีโอติเมียมหรือโลหะหายากละลายอยู่ไปผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ (purification) เพื่อที่จะแยกเอานีโอติเมียมหรือโลหะหายากออกจากสารละลาย เช่น การแยกโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction) หรือการทำให้ตกตะกอนของแข็ง (precipitation) เป็นต้น



5. สรุปการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เบื้องต้นในเชิงพาณิชย์ (Pre-Feasibility Study) :

จากผลการทดลองที่ได้ศึกษาในครั้งนี้เมื่อนำข้อมูลการรีไซเคิลตะกอนที่เกิดจากการขัดชิ้นงานแม่เหล็กมาวิเคราะห์และประเมินความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยกำหนดให้กระบวนการผลิตนีโอดีเมียมออกไซด์มีการผลิตที่ 12 ตันต่อปี ด้วยกรรมวิธีการสกัดที่ใช้สารละลายเป็นระยะเวลา 10 ปีในการลงทุน โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ เงินลงทุนในสินทรัพย์ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานด้านบุคลากร ค่าใช้จ่ายในต้นทุนการผลิต พบว่าสามารถที่จะคืนทุนได้ตั้งแต่นั้นปี 1 ดังข้อมูลแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและผลตอบแทน

ปีที่	รายจ่ายรวมของโครงการ	ผลตอบแทน	รายได้สุทธิ
1	17,882,874	23,242,896	5,360,022
2	12,420,324	23,242,896	10,822,572
3	12,420,324	23,242,896	10,822,572
4	12,420,324	23,242,896	10,822,572
5	12,420,324	23,242,896	10,822,572
6	12,420,324	23,242,896	10,822,572
7	12,420,324	23,242,896	10,822,572
8	12,420,324	23,242,896	10,822,572
9	12,420,324	23,242,896	10,822,572
10	12,420,324	23,589,151	11,168,827
รวม	129,665,790	232,775,215	103,109,425