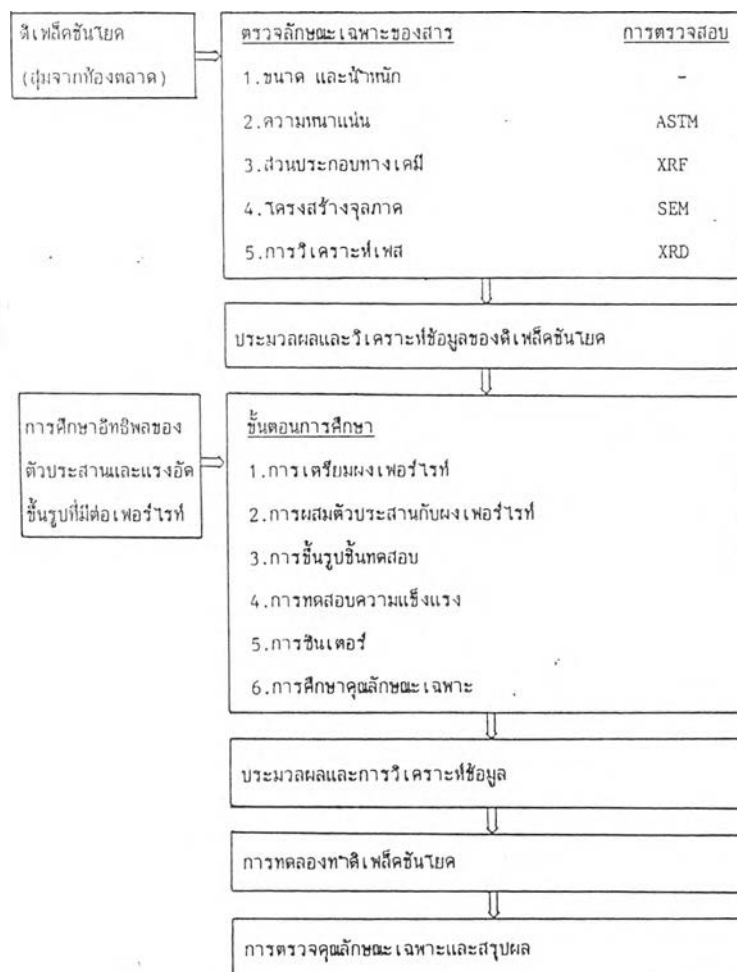




บทที่ 4

วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



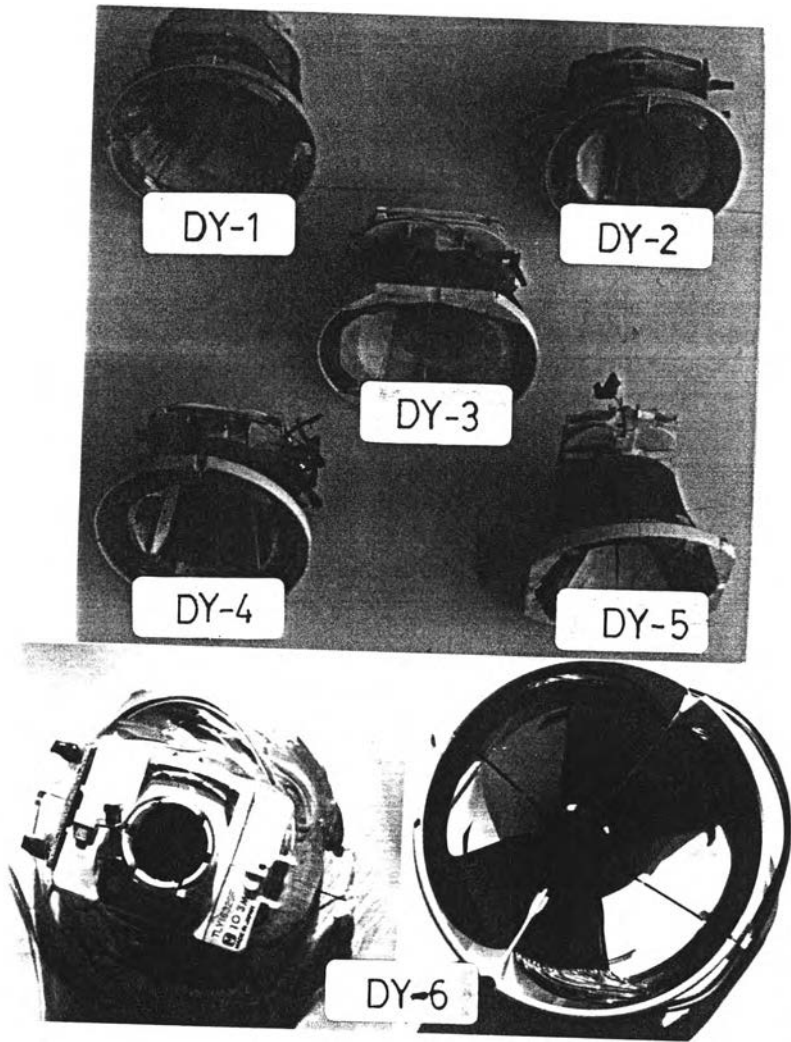
ความหมายของคำย่อในแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ASTM = The American Society for Testing and Materials
 XRF = X-ray fluorescence
 SEM = Scanning electron microscope
 XRD = X-ray diffraction

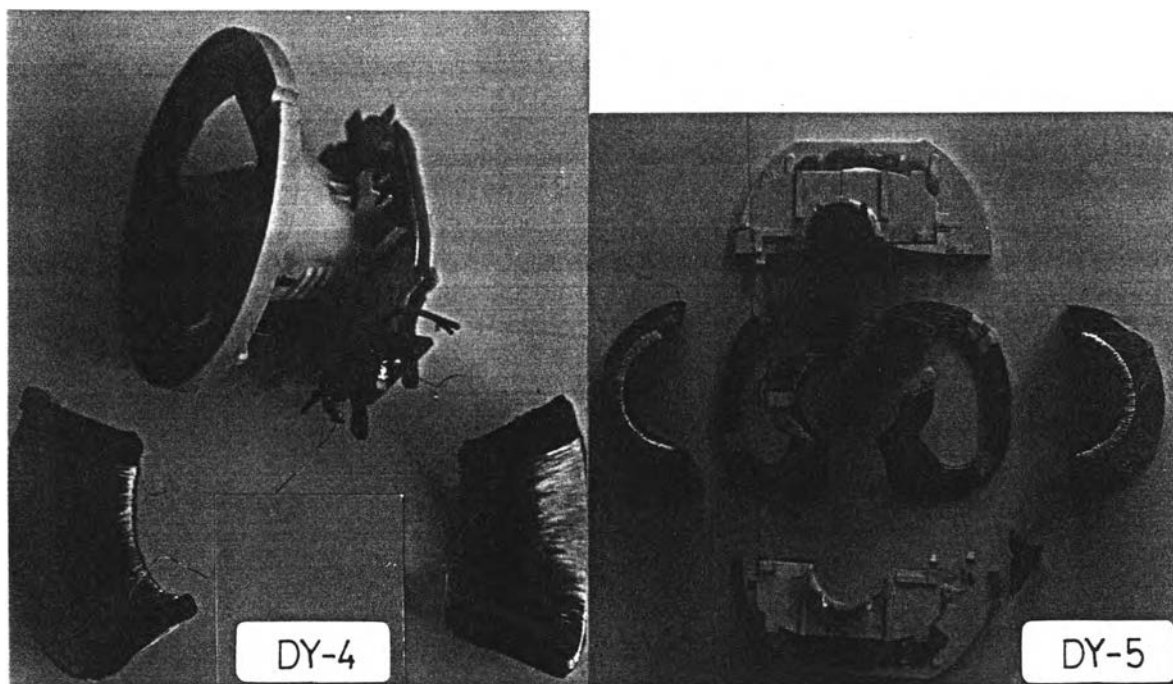
ดีเฟิลด์ชั้นโพลี (สั่งจากท้องตลาด)

สั่งดีเฟิลด์ชั้นโพลีมา 6 ชนิด โดยจัดซื้อดีเฟิลด์ชั้นโพลีที่ประกอบไว้แล้ว และผลิตจากต่างประเทศ นำมาถอดส่วนประกอบออกจนเหลือแต่แกนแม่เหล็ก กำหนดชื่อ DY-1 ถึง DY-6 ดังแสดงในรูปที่ 18 ถึง 21 และมีรหัสดังนี้ :-

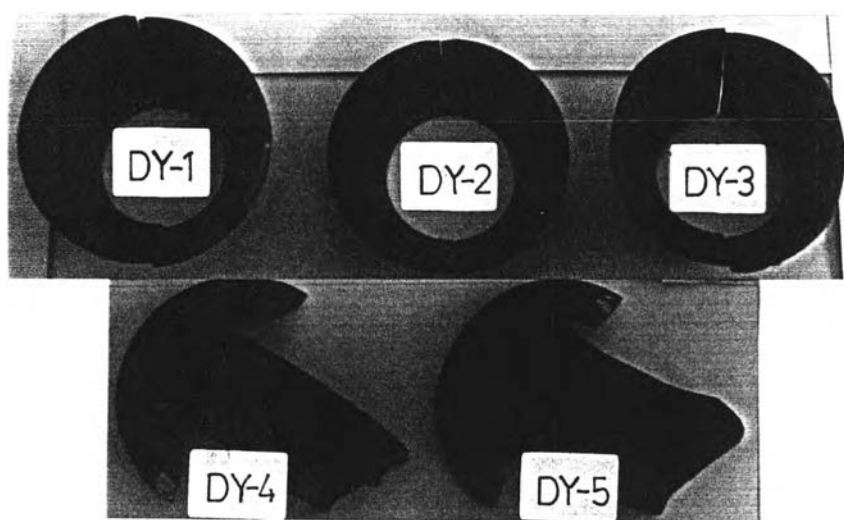
| <u>หมายเลข</u> | <u>รหัส</u> | <u>แหล่งที่มา</u> |
|----------------|----------------------------------|-------------------|
| DY-1 | E 48347 PVP AT 1230/80 TY 018 | - |
| DY-2 | YS-52471 DOK 8304 T | JAPAN |
| DY-3 | 153-061 A GK 20 | - |
| DY-4 | 153-047 C S-663 | - |
| DY-5 | 153-061 A HD-25 | - |
| DY-6 | TLY 16329 F 551 M | JAPAN |



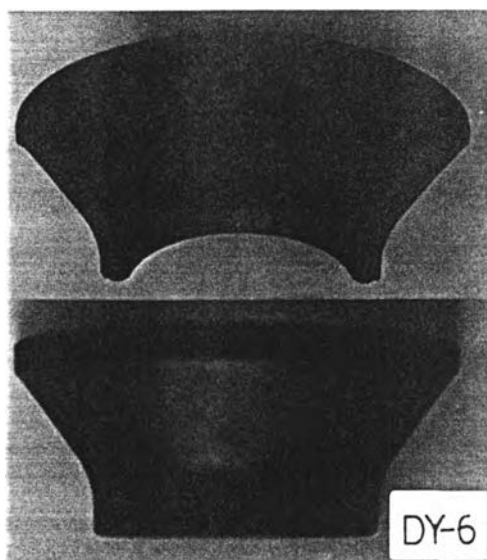
รูปที่ 18 ดีเฟล็คชันโยคประกอบกับการผันตลาดทองแดง



รูปที่ 19 การถอดส่วนประกอบของดีเฟล็คชั่นโฮค



รูปที่ 20 ดีเฟล็คชั่นโฮคเปลี่ยนทั้ง 2 ชิ้น

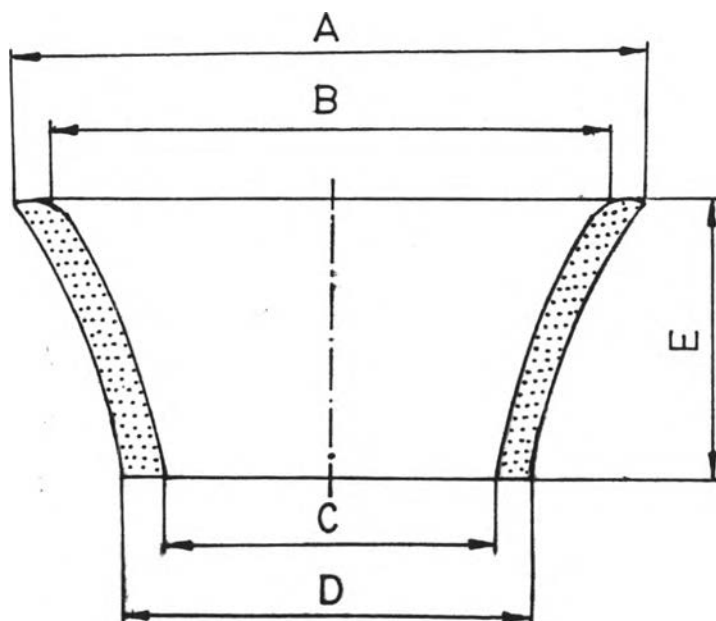


รูปที่ 21 คีเฟล็คชันโยคเปลือยซีกเดียว

4.2 การตรวจลักษณะเฉพาะของคีเฟล็คชันโยค

4.2.1 ขนาดและน้ำหนัก

วัดขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 22 ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีทศนิยม 2 ตำแหน่ง



รูปที่ 22 แสดงตำแหน่งที่วัดขนาดของผลิตภัณฑ์

4.2.2 ความหนาแน่น

นำชิ้นหนึ่งของแกนแม่เหล็กทั้ง 6 ชนิด มาทำการวัดโดยใช้วิธี ASTM Designation C 373-88 (Reapproved 1982) โดยการแทนที่น้ำ ซึ่งน้ำหนักแห้ง(D) ซึ่งน้ำหนักอ้อมตัวด้วยน้ำ (M) และขณะแขวนในน้ำ (S) แล้วนำมาคำนวณหาความหนาแน่นตามสูตรนี้ :-

$$\text{Bulk Density} = D/V$$

$$\text{เมื่อ } V \text{ คือ External volume, } V = M - S / \rho_{\text{น้ำ}}$$

$$\text{Apparent Porosity, \%} = \frac{M - D}{(100) / V}$$

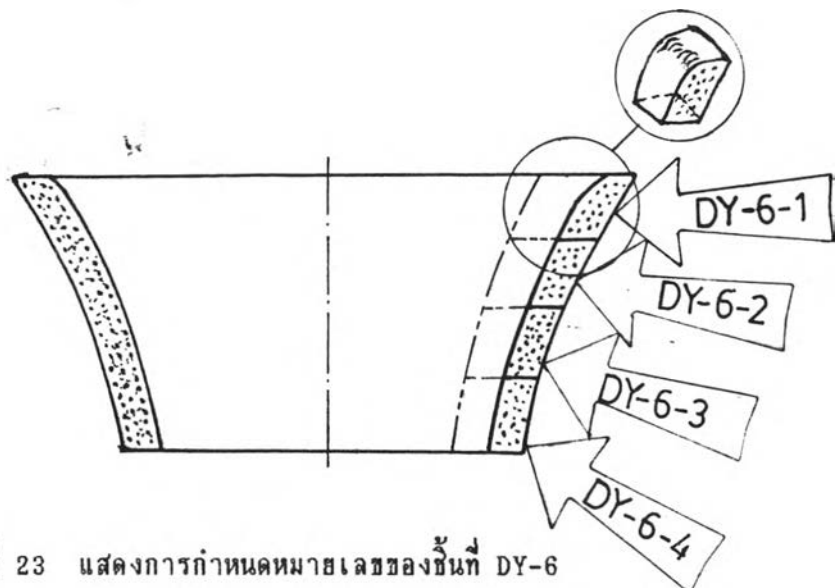
$$\rho_{\text{น้ำ}} = \text{ความหนาแน่นของน้ำ}$$

4.2.3 ส่วนประกอบทางเคมี

นำแกนแม่เหล็กทั้ง 6 ชนิด มาชนิดละหนึ่งชิ้น ส่งวิเคราะห์ตรวจเปอร์เซ็นต์ของธาตุต่างๆ ทั้ง 6 ชนิด โดยเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ (X-ray fluorescence, XRF) ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.4 การศึกษาโครงสร้างจุลภาค

ตัดตัวอย่างด้วยเครื่องตัดความเร็วรอบต่ำ และกำหนดหมายเลขดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 แสดงการกำหนดหมายเลขของชั้นที่ DY-6

นำชิ้นที่ตัดมาทำให้แตกเป็นชิ้นตัวอย่าง สุ่มตัวอย่างส่งวิเคราะห์ตรวจโครงสร้างจุลภาค โดยใช้เครื่องสแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (scanning electron microscope, SEM) ที่เกี่ยวข้องกับการหาส่วนประกอบทางเคมี

4.2.5 การวิเคราะห์เฟส

นำชิ้นตัวอย่างหมายเลข DY-1 ถึง DY-6 เตรียมเป็นผงละเอียดและส่งไปวิเคราะห์เฟส โดยใช้เอกซเรย์ดิฟแฟลกชัน (X-ray diffractometer, XRD) ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ใช้ Co เป็น Source และ Fe เป็น Filter โดยมี 2θ ตั้งแต่ 10 ถึง 60 องศา

4.3 การทำขึ้นทดสอบ

4.3.1 การตรวจคุณสมบัติสารตั้งต้น

นำวัตถุดิบ Fe_2O_3 , $Mg(OH)_2$, ZnO, Mn_2O_4 และสารเติมพิเศษ CaO, SiO_2 โดยทราบปริมาณสารมลทินตามระบุในหน้า 26 ถึง 27 ทำเอกซเรย์ดิฟแฟลกชัน เพื่อตรวจดูเฟสและโครงสร้าง ใช้เครื่องทรานสมิทชันอิเล็กตรอนไมโครสโคป ตรวจดูขนาดและรูปร่าง

4.3.2 การเตรียมผงเฟอร์ไรต์

$Mg_{0.672} Zn_{0.328} Mn^{+3}_{0.071} Fe_{1.929} O_4$ จากสูตรเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการวิเคราะห์ ตารางที่ 12 หน้า 53 และจากสูตรทดลองหน้า 61 ได้นำมาคำนวณเป็นส่วนผสม ดังตารางที่ 6 แล้วเตรียมผงเฟอร์ไรต์ตามตารางนี้

ตารางที่ 6 ส่วนผสมของสารตั้งต้นของ $MgZnFe_2O_4$

| วัตถุดิบ | น้ำหนัก(%) | น้ำหนัก(300 กรัม) |
|------------|------------|-------------------|
| $Mg(OH)_2$ | 10.20 | 30.60 |
| ZnO | 6.90 | 20.70 |
| Mn_2O_4 | 2.80 | 8.40 |
| Fe_2O_3 | 80.00 | 240.00 |
| + SiO_2 | 0.278 | 0.834 |
| + CaO | 0.278 | 0.834 |

เตรียมผสมผงจากวัตถุดิบต่างๆ เพื่อทำให้เป็นผงเฟอร์ไรต์ 1.5 กิโลกรัม โดยซึ่งส่วนผสมครั้งละประมาณ 300 กรัม บดในหม้อบดปลอดสนิมขนาดประมาณ 1 ลิตร มีลูกบดขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 7 ใช้น้ำต่อสารในอัตราส่วน 2.3:1 โดยน้ำหนัก ทำการบด 15 นาที เทผ่านตะแกรงเบอร์ 140 เมช แล้วนำมารวมกัน

ตารางที่ 7 เส้นผ่าศูนย์กลางและจำนวนลูกบด

| ขนาด(นิ้ว) | น้ำหนัก(กรัม/ลูก) | เปอร์เซ็นต์ | จำนวน(ลูก) |
|------------|-------------------|-------------|------------|
| 44/128 | 2.85 | 25 | 219 |
| 61/128 | 7.17 | 50 | 174 |
| 78/128 | 15.09 | 25 | 42 |



4.3.3 การอบและการแคลไซน์

นำสารหลังจากบดผสมอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วบดในโกร่งให้เป็นผง บรรจุลงในภาชนะทนไฟ (stone ware crucible) แล้วนำไปผ่านความร้อนในเตาไฟฟ้าในอัตรา 300 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง จนถึง 1000 องศาเซลเซียส ขึ้นไฟไว้ 3 ชั่วโมง ปล่อบสารให้เย็นในเตา หลาเฟส โครงสร้างและมลทิน โดยใช้วิธีเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟลกชัน

4.3.4 การบดละเอียดและการผสมตัวประสาน

ผสมผงเฟอร์ไรท์ที่ผ่านการแคลไซน์ 250 กรัมกับตัวประสานต่างๆ ตามสัดส่วนที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก เติมสารช่วยไหลลอสตัว (คิสเพ็กซ์ 0.1 %) ทำการบดในหม้อบด ตามข้อ 4.3.2 เป็นเวลา 30 นาที ทำจนครบ 5 ตัวอย่าง

ตารางที่ 8 การใช้ตัวประสานปริมาณต่างๆ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

| ตัวประสาน | ชื่อชั้นทดสอบ | | | | |
|--------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E |
| เฟอร์ไรท์ | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| โพลีไวเนลแอลกอฮอล์ | 0 | 0.3 | 0.6 | 1.2 | 2.0 |
| โพลีเอทิลีนกลีคอล | 0 | 0.3 | 0.6 | 1.2 | 2.0 |

4.3.5 การัดขนาดและการหมัก(sizing and aging)

ผงเพอร์ไรท์ที่บดละเอียดแล้ว อบที่ 110 องศาเซลเซียส คอยกวนให้เข้ากัน เหลือความชื้นอยู่ 10-15 เปอร์เซ็นต์ พ่นน้ำมันก๊าด(3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) เพื่อใช้ในการหล่อลื่น สารทำให้เป็นแกรนูลโดยให้เม็ดสารผ่านตะแกรงมาตรฐาน (ASTM) เบอร์ 35, 50, 140 เมช ตามลำดับ นำแกรนูลที่ผ่าน 35 เมช แต่ค้างบน 50 เมช มาผสมกับแกรนูลที่ผ่าน 50 เมช แต่ค้างบน 140 เมช ในอัตราส่วน 9:1 โดยน้ำหนัก เพื่อให้แกรนูลขนาดเล็กแทรกตัวอยู่ระหว่างแกรนูลขนาดใหญ่ ช่วยเพิ่มความหนาแน่นของชั้นทดสอบ

การหมักโดยนำแกรนูลใส่ถุงพลาสติกรัดปากถุงให้แน่น เช้าให้ทั่ว เก็บไว้เป็นเวลา 7-10 วัน เพื่อให้ส่วนผสมต่างๆ แทรกซึมทุกอนุภาคพร้อมที่จะนำไปขึ้นรูป

4.3.6 การอัดขึ้นรูปชั้นทดสอบที่แรงอัดต่างๆ

นำเม็ดเพอร์ไรท์ที่ผ่านการหมักแล้ว ซึ่งน้ำหนัก 4 กรัม ในการอัดขึ้นรูปแท่งบาร์ (bar shape) ใช้อะซีโตนเช็ดแบบพิมพ์ที่ทำชั้นทดสอบให้สะอาดแล้ว บรรจุเม็ดเพอร์ไรท์ลงในแบบพิมพ์ที่มีแผ่นรอง(spacer) สกกระดืบให้แท่งตัวอย่างสูงกว่าปกติ อัดด้วยแรงต่างๆ กัน โดยทำการอัด 2 ครั้ง ครั้งแรกใช้แรงอัด 80 % ของแรงอัดที่ต้องการ ภายหลังจากการดึงแผ่นรองออก จึงอัดด้วยแรงอัดที่ต้องการ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แรงอัดที่ใช้ขึ้นรูปก้อนทดสอบ

| แรงอัด ตัน/ซม. ² | ชื่อขึ้นทดสอบ | | | | |
|--------------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E |
| | ตัวประสาน:0 | 0.6 | 1.2 | 2.4 | 4.0 |
| 0.2 | A-1 | B-1 | C-1 | D-1 | E-1 |
| 0.5 | A-2 | B-2 | C-2 | D-2 | E-2 |
| 1.0 | A-3 | B-3 | C-3 | D-3 | E-3 |
| 2.0 | A-4 | B-4 | C-4 | D-4 | E-4 |

นำขึ้นทดสอบที่อัดขึ้นรูปแล้ว มาใส่ถาดอลูมิเนียม ปิดด้วยกระดาษพารอยด์เจาะรูนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

4.3.7 การซินเตอร์(sintering)

เลือกตัวอย่างที่ให้ผลการทดลองที่พอใจนำไปซินเตอร์โดยการผ่านความร้อนใช้เตาเผาไฟฟ้าชนิดเป็นท่อ(tube furnace) ควบคุมอัตราการเผา 6 องศาเซลเซียส ต่อนาที จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ(1300 องศาเซลเซียส และ 1250 องศาเซลเซียส) แล้วขึ้นอุณหภูมิไว้ที่จุดนั้น 2 ชั่วโมงปิดเตาปล่อยให้เย็นในเตาเผา นั้น ใช้บรรยากาศการเผาในอากาศ

4.4 การตรวจลักษณะเฉพาะของเฟอไรท์ที่ผ่านกระบวนการต่างๆและการทดสอบความแข็งแรง

4.4.1 ขนาดและการกระจาย (particle size distribution)

ทำการวิเคราะห์หาการกระจายของขนาด ด้วยเครื่อง วัดการกระจายของขนาดอนุภาค (shimadzu centrifugal particle size analyzer model SA-CP2) โดยนำผงเฟอไรท์ที่กระจายในน้ำ แล้วปล่อยให้ตกตะกอน การพิจารณาด้วยวิธีนี้จะต้องทราบความหนาแน่นของสาร ซึ่งหาได้โดยใช้พิกโนมิเตอร์ ทำโดยชั่งน้ำหนักพิกโนมิเตอร์ขณะปิดฝาใส่น้ำกลั่นให้เต็มพิกโนมิเตอร์นำไปชั่งน้ำหนัก อดพิกโนมิเตอร์ให้แห้ง ใส่น้ำประมาณ 2 กรัมลงไปแล้วชั่งน้ำหนัก ต่อมาเติมน้ำกลั่นครึ่งหนึ่งของพิกโนมิเตอร์แล้วใส่น้ำในวอเตอร์บัท (water bath) ปล่อยให้ไว้ให้สารตกตะกอนจนหมด เติมน้ำกลั่นให้เต็มพิกโนมิเตอร์ ปิดฝาและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง และหาความหนาแน่น (D) ดังสูตร

$$D = \frac{Q - P}{(Q - P) - (S - R)}$$

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| ให้น้ำหนักพิกโนมิเตอร์ | = | P |
| น้ำหนักพิกโนมิเตอร์+สาร | = | Q |
| น้ำหนักพิกโนมิเตอร์+น้ำกลั่น | = | R |
| น้ำหนักพิกโนมิเตอร์+สาร+น้ำกลั่น | = | S |

หาขนาดและการกระจายขนาดของอนุภาค เตรียมตัวอย่างโดยใช้สารละลายคาลกอน (calgon) 0.1 % โดยน้ำหนักผสมในน้ำกลั่น ใส่น้ำในเซลล์ (cell) จนถึงขีดล่างสุดแล้วปิดฝาและกำหนดให้เซลล์นี้เป็นเซลล์มาตรฐานเปรียบเทียบ ต่อมานำสารละลายคาลกอนใส่บีกเกอร์ เติมน้ำผงเฟอไรท์ลงไป แล้วกวนด้วยแมกเนติกสตีเรอร์ (magnetic stirrer) แล้วนำสารที่กวนแล้วประมาณ 1-2 หยด ใสลงในเซลล์ที่จะวัด โดยเซลล์นี้จะต้องใส่สารละลายคาลกอนไว้ที่ขีดล่างสุดแล้วปิดฝา

หลักการตรวจสอบ คือการนำความหนาแน่นของสารมาคิดร่วมกับอัตราการตกตะกอนของสารในสารละลาย โดยใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฮาโลเจน(halogen lamp) เป็นตัวตรวจจับ คือเมื่อความเข้มข้นของสารที่ตกตะกอนน้อยแสงก็จะทะลุผ่านได้มาก

4.4.2 การวิเคราะห์เฟส (phase analysis)

นำผงตัวอย่างที่ต้องการทราบองค์ประกอบเฟส ไปตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟลกชัน (Phillip x-ray diffractometer model no. D.Y. 1023 type P.W. 1730/10) ของภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์ฯ ใช้ Cu เป็น source และ Ni เป็น filter โดยมี 2 θ ตั้งแต่ 10 ถึง 60 องศา

4.4.3 การวัดอัตราการไหลของแกรนูล

นำผงตัวอย่างที่เป็นแกรนูลไปวัดความสามารถในการไหล ทำการวัดตามวิธีมาตรฐานอเมริกาเลขที่ B212-89 (ASTM Designation B 212-89) โดยใช้แกรนูลที่ทราบน้ำหนักลงในภาชนะรองรับ ที่มีรูเปิดด้านล่าง แล้วจับเวลาการไหล

หาอัตราการไหล(flow rate) โดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหล ทำโดยชั่งเม็ดเฟอร์ไรท์ที่ทำแกรนูลแล้ว 20 กรัม เทใส่ภาชนะรูปกรวย ใช้กระดาษปิดตรงปลายกรวย จากนั้นเอากระดาษออกพร้อมจับเวลาจนเม็ดเฟอร์ไรท์ไหลออกจากภาชนะรูปกรวยจนหมด

$$\text{อัตราการไหล} = \frac{\text{น้ำหนักเม็ดเฟอร์ไรท์ (คือ 20 กรัม)}}{\text{เวลาที่เม็ดเฟอร์ไรท์ไหลออกจากกรวยจนหมด(วินาที)}}$$

4.4.4 การวัดความหนาแน่นของแกรนูลและความชื้น

นำแกรนูลไปวัดความหนาแน่นเมื่อบรรจุลงภาชนะ(filled density) และความหนาแน่นภายหลังจากเขย่า(tap density) เพื่อใช้กำหนดน้ำหนักเมื่อทดลองแบบสำหรับการขึ้นรูป การวัดความหนาแน่นนี้ใช้วิธีมาตรฐานอเมริกา เลขที่ B527-85 (ASTM Designation B 527-85 (1991)) ที่ใช้กับเครื่องเขย่า(tap-pak volumeter) ทดสอบโดยชั่งเม็ดเฟอร์ไรท์ 20 กรัม เทใส่ภาชนะรูปกรวยเพื่อให้เม็ดเฟอร์ไรท์ไหลลงสู่

หลอดแก้วข้างล่าง วัดปริมาตรของเม็ดเฟอร์ไรท์ทั้งหมดจากขีดบอกปริมาตรข้างหลอดแก้ว

$$\text{ความหนาแน่นบรรจุ} = \frac{\text{น้ำหนัก (คือ 20 กรัม)}}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

จากนั้นให้เครื่องทำการเขย่าในอัตรา 3000 ครั้ง เมื่อครบแล้ววัดปริมาตรจากขีดข้างหลอดแก้ว

$$\text{ความหนาแน่นภายหลังการเขย่า} = \frac{\text{น้ำหนัก (คือ 20 กรัม)}}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นบรรจุกับความหนาแน่นภายหลังการเขย่า (filled density / tap density) จะแสดงถึงความสามารถการอัดตัวของเม็ดเฟอร์ไรท์

หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเม็ดเฟอร์ไรท์ ทำโดยสุมตัวอย่างซึ่งน้ำหนักเม็ดเฟอร์ไรท์ 20 กรัม เข้าอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำซึ่งน้ำหนักอีกครั้ง

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

4.4.5 การวัดความหนาแน่น และการขยายตัวของชิ้นทดสอบ

ความหนาแน่น (compact density) ได้จากคำนวณน้ำหนักแห้งของชิ้นทดสอบ ต่อปริมาตรที่ได้จากการอัด (bulk volume) ของชิ้นทดสอบรูปแท่งบาร์ที่แห้งนั้น

$$d = m/v$$

$$\text{ให้ความหนาแน่น} = d \text{ (กรัม/ซ.ม.}^3\text{)}$$

$$\text{มวล} = m \text{ (กรัม)}$$

$$\text{ปริมาตร} = v \text{ (ซ.ม.}^3\text{)}$$

เปอร์เซ็นต์การขยายตัวของชิ้นทดสอบหลังอัดขึ้นรูป หาได้ดังนี้ :-

$$\text{การขยายตัว} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 \text{ (\%)}$$

L_1

$$\text{ให้ ขนาดความยาวชิ้นทดสอบวัดจากแม่พิมพ์} = L_1 \text{ (ม.ม.)}$$

$$\text{ขนาดความยาวชิ้นทดสอบหลังอัดขึ้นรูป} = L_2 \text{ (ม.ม.)}$$

4.4.6 การทดสอบความแข็งแรง(bending strength test)

เตรียมชิ้นทดสอบก่อนทดสอบ

ชิ้นทดสอบที่ผ่านการอัดถูกเก็บในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 110 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิทแล้วนำออกใส่ในภาชนะเก็บแห้ง(desiccator) แล้วนำไปวัดแรงกด โดยใช้เครื่องวัดความแข็งแรง(Shimadzu universal testing machine) ที่ศูนย์เครื่องมือฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบ

ในการทดสอบแต่ละรายการใช้ชิ้นทดสอบ 5 ชิ้น กดแรงลงด้วยความเร็ว 0.5 มม./นาที

การคำนวณ

$$\text{bending strength} = 3WL/2bd^2$$

W = แรงที่ใช้กดทำให้ชิ้นทดสอบหัก (กก.)

L = ความยาวฐานรอง = 34 (มม.)

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ (มม.)

d = ความสูงของชิ้นทดสอบ (มม.)

นำความแข็งแรงที่คำนวณได้(ก.ก./ม.ม.²) มาเปลี่ยนเป็นเมกะปาสคาล(MPa) โดยนำค่าความแข็งแรงที่ได้คูณกับค่า 9.810001

4.4.7 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานเมื่อผ่านการซินเตอร์ ทำการศึกษา

วิธีเดียวกับ 4.2.4

4.4.8 การวัดความหนาแน่นของชิ้นงานที่ผ่านการซินเตอร์ ทำการทดลองเช่นเดียวกับ

วิธี 4.2.2

4.4.9 การคำนวณความหนาแน่นทางทฤษฎี(theoretical density, T.D.)

ใช้วิธีคำนวณ จากอัตราส่วนของน้ำหนักสารเฟอร์ไรท์ ต่อปริมาตรของสารใน
หนึ่งหน่วยเซลล์ (unit cell) ปริมาตรนี้คำนวณได้จากเอ็กซ์เรย์แพทเทิร์น (x-ray pattern)
เฟอร์ไรท์ชนิดนี้มีโครงสร้างแบบสปินเนล (spinel) ซึ่งเป็นคิวบิก (cubic) ความยาวของหนึ่ง
หน่วยเซลล์ คือค่า a [a-parameter] กำลังสามของ a จะมีค่าเท่ากับ ปริมาตรหนึ่งหน่วยเซลล์

ค่า a คำนวณได้จากสูตรนี้

$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2}$$

d = interplanar spacing in the crystal lattice

h, k, l = lattice planes

น้ำหนักของหนึ่งหน่วยเซลล์ คือ น้ำหนักโมเลกุลของสปินเนลที่มีในหนึ่งหน่วยเซลล์ ในที่นี้ 8 โมเลกุล
ดังนั้นค่าความหนาแน่นทางทฤษฎี คำนวณได้จากสูตรนี้

$$T.D. = \frac{8[A B_n O_m]}{N (a)^3}$$

A คือ ชาติที่มีวาเลนซ์สอง

B คือ ชาติที่มีวาเลนซ์สาม

N คือ Avogadro's number

สูตรนี้มีความถูกต้องเมื่อ A และ B มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 100 และค่า a
ได้จากการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตามวิธีการใช้เอ็กซ์เรย์ดิฟแฟลกชัน

ในทางปฏิบัติ ถ้าเฟอร์ไรท์มีสูตร ดังนี้ :-

$Mg_{0.5} Zn_{0.5} Fe_2O_4$ สามารถคำนวณได้ดังนี้

ความหนาแน่นทางทฤษฎี = (no. of site)(fraction occupied)

(molecular wt.)/(Avogadro No.)(volume)

$$\text{แทนค่า T.D.} = \frac{8 [0.5(MgO) + 0.5(ZnO) + 1(Fe_2O_4)]}{6.02 \times 10^{23} \times a^3 \times 10^{-24}}$$

4.5 การทำดีเฟล็คชันโฮค

4.5.1 การเตรียมผงเพอร์ไรท์เพื่อทำดีเฟล็คชันโฮค

นำวัตถุดิบที่ผ่านการตรวจสอบสมบัติแล้วมาชั่งตามสูตร ดังตารางที่ 6 เตรียมปริมาณ 2,100 กรัม โดยผ่านกระบวนการเตรียมที่แยกกันครั้งละ 300 กรัม มาบดผสมโดยทำแบบเดียวกับหัวข้อ 4.3.2 แล้วอบและเผาแคลไซน์ตามวิธี 4.3.3 จนได้สารเพอร์ไรท์ที่ต้องการ

การบดละเอียดต้องเตรียมเพอร์ไรท์และสารเคมีอื่นๆ ดังนี้ :

| | |
|--------------------------|---------------|
| แมกนีเซียมซิงค์เพอร์ไรท์ | 400 กรัม |
| ดีสเพ็กซ์ | 4 มิลลิลิตร |
| โพลีไวเนลแอลกอฮอล์ | 48 มิลลิลิตร |
| โพลีเอทิลีนกลีคอล | 48 มิลลิลิตร |
| น้ำกลั่น | 300 มิลลิลิตร |

บดด้วยแอกทริเตอร์ (attritor) มีขนาดหม้อ 1400 ซม.³ มีน้ำหนักลูกบด (1/8") ต่อสารเพอร์ไรท์ 9:1 ใช้ความเร็ว 600 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการบด 15 นาที จนได้เพอร์ไรท์ 2 กิโลกรัม วัดความหนาแน่นด้วยไฮดรอมิเตอร์

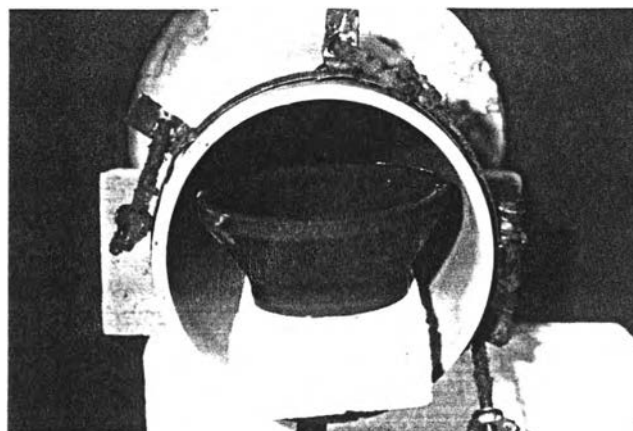
4.5.2 การอัดขึ้นรูปดีเฟล็คชันโฮค

นำเพอร์ไรท์ที่ผ่านการบดละเอียดตามวิธี 4.5.1 มาคัดขนาดและตรวจคุณสมบัติตามวิธี 4.3.5, 4.4.3 และ 4.4.4 แล้วชั่งน้ำหนัก 175 กรัมต่อดีเฟล็คชันโฮค 1 อัน เทแกรนูลลงในแบบพิมพ์ที่เข้คด้วยอะซีโตน ทำการอัดตามวิธี 4.3.6 โดยใช้แรง 0.8 ตัน ต่อตารางเซนติเมตร

4.5.3 การอบแห้งและการชินเตอร์

นำเพอร์ไรท์ที่ขึ้นรูปเป็นดีเฟล็คชันโฮคแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท แล้วนำเข้าเตาที่เป็นท่อให้ผลิตภัณฑ์วางบนฐานรองตามรูปที่ 24 โดยควบคุมบรรยากาศในการเผา ดังตารางที่ 10 และดังรูปที่ 25 แล้วปล่อยผลิตภัณฑ์ให้เย็นในเตา

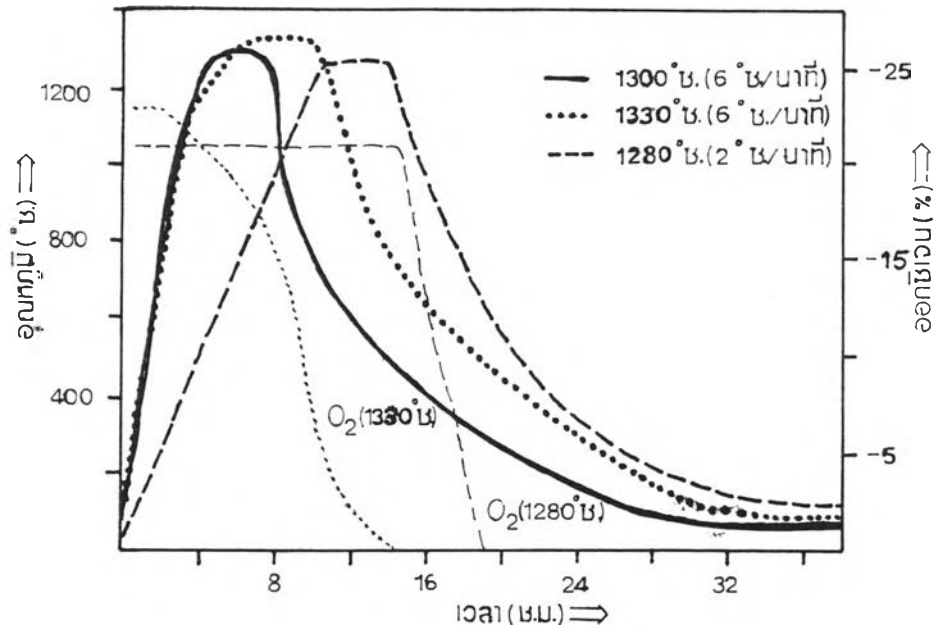
ภาพหลังจากหยุดการทำงานของเขาแล้ว



รูปที่ 24 แสดงถึงการวางผลิตภัณฑ์บนฐานรอง

ตารางที่ 10 การซินเตอร์แบบต่างๆ

| ครั้งที่ | อุณหภูมิ องศาเซลเซียส | เวลาเผา (ชั่วโมง) | อัตราการเผา (องศาเซลเซียส/นาที) | บรรยากาศ | ชั้นที่ |
|----------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| 1 | 1300 | 2 | 6 | อากาศ | 5-6, 12-13 |
| 2 | 1330 | 3.5 | 6 | O ₂ | 10, 18-19 |
| 3 | 1280 | 4 | 2 | O ₂ | 11, 15-17, 20, 22 |



รูปที่ 25 แผนภูมิการขึ้นเตอรืขึ้นงาน

4.5.5 การตรวจสอบคุณลักษณะดีเฟ็คชั่นโศค

ตรวจขนาดและน้ำหนัก ความหนาแน่น โครงสร้างจุลภาคและหาเฟส

ตามวิธี 4.2.1, 4.2.2, 4.2.4 และ 4.2.5 ตามลำดับ