

**บทที่ 4**  
**แผนการดำเนินการวิจัย**

**4.1 การเตรียมวัสดุสำหรับการวิจัย**

**4.1.1 วัสดุที่ใช้**

- 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
- 2) ปูนขาว
- 3) กากเศษสีซึ่งได้จากการขัดจากถังบรรจุก๊าซ
- 4) ผุ่นสีซึ่งได้จากการขัดสีจากรถยนต์
- 5) น้ำ ใช้น้ำประปา

**4.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้**

<u>สารเคมี</u>	<u>ความเข้มข้น</u>
1) Hydrochloric Acid	0.1 N
2) Sulfuric Acid	0.02 N
3) Sodium Hydroxide	1 N
4) น้ำกลั่น พีเอช 5.8-6.3	
• ปรับพีเอชของน้ำกลั่นที่ใช้โดยเติมด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) จนน้ำกลั่นมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 5.8-6.3	
• ปรับพีเอชของน้ำกลั่น 4 และ 8 โดยใช้กรด HCl เข้มข้นและสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 N	
5) Methyl Orange	
6) สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ( $\text{Na}_2\text{S}$ )	

**4.1.3 การทดลองหล่อซีเมนต์และทดสอบกำลังรับแรงอัด**

- 1) เครื่องชั่ง 2000 กรัม อ่านได้ละเอียด 0.2 กรัม
- 2) กระบอกลูกทรงขนาด 500 มิลลิลิตร อ่านได้ละเอียด 10 มิลลิลิตร
- 3) แบบหล่อ ขนาดลูกบาศก์ ๕ นิ้ว หรือ 50 มม.
- 4) เครื่องผสมปูนซีเมนต์ (Mixer) หรือแผ่นกระจกสำหรับผสมด้วยมือ

- 5) Tamper มีขนาดหน้าตัด  $1/2 \times 1$  นิ้ว มีความยาว 5-6 นิ้ว ปลายตัดเรียบ และหน้าตัดตั้งฉากกับแกน ทำจากวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ
- 6) เครื่องพลาสติกขนาดหน้ากว้างของใบ 4-6 นิ้ว
- 7) เครื่องทดสอบแรงอัด (Testing Machine)
- 8) Sieve No. 20-16, 30-20 และ  $> 30$

#### 4.1.4 การทดสอบการชะละลายของโลหะหนัก

- 1) Sieve ขนาด 0.5-5 มิลลิเมตร
- 2) ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร
- 3) เครื่องชั่งขนาด 1000 กรัม
- 4) กระจกตวงขนาด 500 มล.
- 5) เครื่องเขย่า Horizontal Shaker 200 รอบ/นาที
- 6) กระดาษกรองใยแก้วขนาดรู 1 ไมครอน
- 7) เครื่องวัด pH
- 8) เครื่องวัดความนำไฟฟ้า (Conductimeter)
- 9) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

#### 4.2 การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการทดลองแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนการทดลองดังนี้

##### 4.2.1 การทดลองที่ 1 วิเคราะห์หาส่วนประกอบตัวอย่างกากเศษสีและฝุ่นสี ทั้งสองแหล่ง

##### 4.2.1.1 การหาปริมาณโลหะหนักภายในองค์ประกอบของตัวอย่างกากเศษสีและฝุ่นสี

ใช้วิธีการย่อย (Digestion) โดยใช้กรดไนตริกเข้มข้นย่อยสลายตัวอย่างกากเศษสีและฝุ่นสีโดยการอุ่นให้ร้อนเพื่อให้โลหะหนักอยู่ในรูปไอออน หลังจากนั้นทำการวัดปริมาณโลหะหนักโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer วัดค่าโลหะหนักได้แก่ As, Cd, Cr, Pb และ Hg

จำนวนตัวอย่างและค่าตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์

การย่อยสลายกากเศษสีและฝุ่นสี	5 x 2	รวม	10 ค่า
------------------------------	-------	-----	--------

#### 4.2.1.2 การหาปริมาณโลหะหนักจากการชะละลายตัวอย่างกากเศษสีและฝุ่นสี

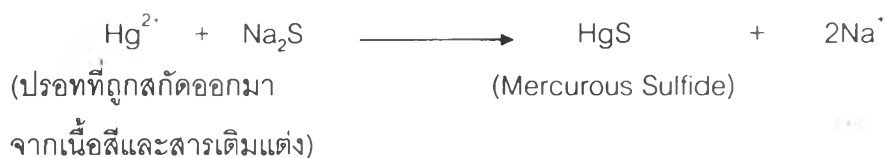
เป็นการทดสอบความสามารถในการชะละลายของโลหะหนักในกากเศษสีและฝุ่นสี ก่อนการทำเสถียรและทำให้เป็นก้อนแข็ง โดยใช้วิธีสกัดสาร(Extraction Procedure) ของ กรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อหาปริมาณโลหะหนักที่ถูกชะละลาย ได้แก่ As, Cd, Cr, Pb และ Hg

จำนวนตัวอย่างและค่าตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์

น้ำชะละลายกากเศษสีและฝุ่นสี	5 x 2	รวม	10 ค่า
-----------------------------	-------	-----	--------

#### 4.2.2 การทดลองที่ 2 เพื่อหาอัตราส่วนผสมเบื้องต้นที่เหมาะสมและศึกษาความสามารถในการทำเสถียรโลหะหนัก

เมื่อได้ปริมาณโลหะหนักที่อยู่ในกากเศษสีและฝุ่นสี จากการทดลองที่ 1 แล้วจะทำการคำนวณหาปริมาณการใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ที่จะนำมาทำการเสถียร จากสมการ



ตัวอย่างเช่น หากมีปริมาณ  $\text{Hg}^{2+}$  200.59 mg/l จะต้องใช้ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 78 mg/l ในการใช้งานจะใช้ความเข้มข้นเป็น 3 เท่าของค่าที่ได้จากสมการเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาอย่างทั่วถึงที่สุด จึงใช้ 234 mg/l ฉะนั้น  $\text{Hg}^{2+}$  1 mg/l จะใช้ปริมาณสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 1.17 mg/l

จากการทดลองที่ 1 จะสามารถรู้ปริมาณ  $\text{Hg}^{2+}$  ในกากเศษสีและฝุ่นสี ทำให้รู้ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ ที่ใช้ในการทำเสถียร ในที่นี้ปริมาณ  $\text{Hg}^{2+}$  จากการทดลองที่ 1 มีค่าประมาณ 6 mg/l ดังนั้นจึงใช้ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 7.02 mg/l

ในการวิจัยนี้มีการเพิ่มความสามารถในการถูกสกัดของโลหะหนักในกากเศษสีและฝุ่นสี โดยการเติม กรดกำมะถัน ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ร้อยละ 13.7 โดยน้ำหนักในน้ำผสมวัสดุประสาน โดยศึกษาจากน้ำยาลอกสีที่เป็นกรด ซึ่งจะมีส่วนประกอบของกรดกำมะถัน ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ร้อยละ 13.7 โดยน้ำหนักของน้ำยาลอกสีที่เป็นกรด ซึ่งในการวิจัยจะเติมกรดกำมะถัน ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) นี้ ผสมกับของเสียอันตรายอย่างทั่วถึง เพื่อทำปฏิกิริยากับสารเคลือบเม็ดสี (Pigments) ให้โลหะหนักที่อยู่ในเม็ดสีละลายออกมา แล้วจึงทำเสถียรโดยเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ปูนขาว และปูนซีเมนต์ตามสัดส่วนในแต่ละการทดลอง

ศึกษาความสามารถในการทำเสถียรกากกากเศษสีและฝุ่นสีปนเปื้อนโลหะหนัก โดยใช้

1) กากเศษสีและฝุ่นสี ผสม ปูนซีเมนต์





2) ทดสอบหาค่าความสามารถถูกชะละลายโลหะหนัก ได้แก่ As, Cd, Cr, Pb และ Hg ทำการทดสอบ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธีการเหมือนการทดลองที่ 1 และวัดค่าพีเอช และความนำไฟฟ้าของน้ำสกัด ของทุกสัดส่วนวัสดุผสม

3) ทดสอบกำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นของก้อนตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 1 ตัวอย่างของทุกสัดส่วนวัสดุผสม

จำนวนตัวอย่างและค่าตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์

1) น้ำชะละลายกากเศษสีและฝุ่นสี (ตัวอย่างละ 2 ก้อน หาโลหะหนัก 5 ตัวและค่าอื่นๆ 2 ค่า)

จำนวนตัวอย่างที่หล่อ ทำเป็นก้อนแข็ง	15	ตัวอย่าง
(จาก 3 ส่วนผสมที่เหมาะสมนำมาแปรค่าปริมาณน้ำ 5 ค่า)		
กากเศษสีและฝุ่นสี จาก	2	แหล่ง
รวมตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์	$2 \times 15 \times 2 \times (5+2)$	= 420 ตัวแปร

2) การทดสอบกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่นของก้อนตัวอย่าง

รวมตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์	$2 \times 15 \times 2$	= 60	ตัวแปร
---------------------------	------------------------	------	--------

**4.2.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของพีเอช (pH) ของน้ำชะละลายที่ใช้ทดสอบ การชะละลายโลหะหนักในวัสดุประสานต่างๆ**

1) ตัวอย่างที่ได้จากการทดลองที่ 3 เลือกอัตราส่วนผสม ตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน และอัตราส่วนผสมน้ำ ที่ประหยัดค่าใช้จ่ายที่สุด จำนวน 3 ตัวอย่าง นำมาแปรค่าพีเอชของน้ำสกัด โดยเติมกรดไฮโดรคลอริกในน้ำประปาให้ค่าพีเอชเป็น 4, 6 และ 8 โดยบ่มให้แข็งตัวใน 28 วัน

2) ทดสอบหาค่าความสามารถถูกชะละลายโลหะหนัก ได้แก่ As, Cd, Cr, Pb และ Hg โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธีการเหมือนการทดลองที่ 1 และวัดค่าพีเอช, ความนำไฟฟ้า และความเป็นต่างของน้ำสกัด ของทุกสัดส่วนวัสดุผสม

#### จำนวนตัวอย่างและค่าตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์

1) น้ำชะละลายกากเศษสีและฝุ่นสี (ตัวอย่างละ 2 ก้อน หาโลหะหนัก 5 ตัวและค่าอื่นๆ 3 ค่า)

จำนวนตัวอย่างที่หล่อ ทำเป็นก้อนแข็ง 9 ตัวอย่าง

(จาก 3 ส่วนผสมที่เหมาะสม แปรค่าพีเอชของน้ำสกัด 3 ค่า)

กากกากเศษสีและฝุ่นสี จาก 2 แหล่ง

รวมตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์  $2 \times 6 \times 2 \times (5+3) = 192$  ตัวแปร

#### 4.2.5 หาประสิทธิภาพในการลดการถูกชะละลายโลหะหนัก

ทดสอบหาค่าความสามารถถูกชะละลายของโลหะหนัก ที่ยังไม่ได้ผ่านการทำให้เป็นก้อน โดยใช้วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{L_o - L_s}{L_o} \times 100$$

$L_s$  = ความสามารถถูกชะละลายโลหะหนัก ในน้ำสกัดภายหลังจากกระบวนการทำให้เป็นก้อน มีหน่วยเป็น มก./ก.

$L_o$  = ความสามารถถูกชะละลายโลหะหนัก ในน้ำสกัดก่อนผ่านกระบวนการทำให้เป็นก้อนมีหน่วยเป็น มก./ก.

#### 4.2.6 ประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในกรณีที่ใช้วัสดุประสานที่ประหยัดที่สุด

ประมาณค่าใช้จ่ายทุกอย่างในการทำละลายฤทธิ์โลหะหนักต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดของเสียอันตราย

การดำเนินการวิจัยสามารถสรุปได้ดังปรากฏในรูปที่ 4.1

#### 4.3 วิธีการหล่อซีเมนต์และทดสอบกำลังรับแรงอัด

วิธีการหล่อและทดสอบกำลังรับแรงอัด มีรายละเอียดดังนี้

1) ชั่งวัสดุที่ใช้ในการหล่อซีเมนต์ ตามมาตรฐานของ ASTM C109-86 สำหรับหล่อแบบขนาด  $5 \times 5 \times 5$  ซม<sup>3</sup> ใช้อัตราส่วนผสม วัสดุประสาน : น้ำ เท่ากับ 1:0.5 และใช้อัตราส่วนกากเศษสีและฝุ่นสี แต่ละชนิดต่อวัสดุประสานตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ข้างต้น ในการผสมซีเมนต์แต่ละอัตราส่วนในการทดลองต่างๆ ให้ผสมครั้งละ 2 ก้อน

รูปที่ 4.1 สรุปแผนการดำเนินงานวิจัย

ภาคผงสีและฝุ่นสี ทั้งสองแหล่งกำเนิด

▼  
การทดลองที่ 1 (วิเคราะห์หาส่วนประกอบ)

วิเคราะห์หาส่วนประกอบ	น้ำจะละลายเมื่อไม่มีการทำลายเสถียร
X	X

► การทดลองที่ 2 (หาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม)

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. ภาคผงสีและฝุ่นสี + ปูน   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |
| 2. ภาคผงสีและฝุ่นสี + (ปูนขาว + ปูน)<br>(ปูนขาว : ปูน = 1 : 1)                                      | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |
| 3. ภาคผงสีและฝุ่นสี + สลล.โซเดียมซัลไฟต์ + ปูน  | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |
| 4. ภาคผงสีและฝุ่นสี + สลล.โซเดียมซัลไฟต์ + (ปูนขาว + ปูน)<br>(ปูนขาว : ปูน = 1 : 1)                 | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |
| 5. ภาคผงสีและฝุ่นสี (ผสมกรดกำมะถัน) + ปูน   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |
| 6. ภาคผงสีและฝุ่นสี (ผสมกรดกำมะถัน) + (ปูนขาว + ปูน)<br>(ปูนขาว : ปูน = 1 : 1)                      | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |
| 7. ภาคผงสีและฝุ่นสี (ผสมกรดกำมะถัน) + สลล.โซเดียมซัลไฟต์ + ปูน                                      | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |
| 8. ภาคผงสีและฝุ่นสี (ผสมกรดกำมะถัน) + สลล.โซเดียมซัลไฟต์<br>+ (ปูนขาว + ปูน) (ปูนขาว : ปูน = 1 : 1) | สัดส่วน ภาค : ปูน = 0   |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:9 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:3 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 1:1 |
|   | สัดส่วน ภาค : ปูน = 3:1 |



รูปที่ 4.1 (ต่อ) สรุปแผนการดำเนินงานวิจัย

การทดลองที่ 3 (ศึกษาสัดส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน)

จากการทดลองที่ 2 ตัวอย่างที่มีสัดส่วนเหมาะสม 1	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.3
	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.4
	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.5
จากการทดลองที่ 2 ตัวอย่างที่มีสัดส่วนเหมาะสม 2	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.6
	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.7
	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.3
จากการทดลองที่ 2 ตัวอย่างที่มีสัดส่วนเหมาะสม 3	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.4
	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.5
	น้ำ : วัสดุประสาน = 0.6

การทดลองที่ 4 (ศึกษามลของ pH ที่มีต่ออัตราการชะละลาย)

จากการทดลองที่ 3 ตัวอย่างที่มีสัดส่วนเหมาะสม 1	น้ำชะละลาย pH = 4	X
	น้ำชะละลาย pH = 6	X
	น้ำชะละลาย pH = 8	X
จากการทดลองที่ 3 ตัวอย่างที่มีสัดส่วนเหมาะสม 2	น้ำชะละลาย pH = 4	X
	น้ำชะละลาย pH = 6	X
	น้ำชะละลาย pH = 8	X
จากการทดลองที่ 3 ตัวอย่างที่มีสัดส่วนเหมาะสม 3	น้ำชะละลาย pH = 4	X
	น้ำชะละลาย pH = 6	X
	น้ำชะละลาย pH = 8	X

X หมายถึงการทดสอบเฉพาะค่าความลามารถถูกชะละลายของโลหะหนัก (As , Cd , Cr , Hg และPb) และมีการวัดค่า pH และค่าความนำไฟฟ้าของตัวอย่าง 2 ก่อนแล้วหาค่าเฉลี่ย

สำหรับตัวอย่างที่ใช้กรดกำมะถันร้อยละ 13.7 ของน้ำหนักน้ำที่ใช้ผสมวัสดุประสาน ผสมกับของเสียนั้นให้ทั่วถึง แล้วจึงทำเสถียร โดยเติมสารละลายโซเดียมซิลไฟด์, ปูนขาว และ ซีเมนต์ ตามลำดับขึ้นกับการทดลองต่างๆ

2) การผสมใช้วิธีผสมด้วยมือ (สวมถุงมือยาง) โดยผสมวัสดุประสานและกากเศษสีและฝุ่น สี แต่ละชนิด ตามอัตราส่วนในแต่ละการทดลอง ให้เข้ากันบนแผ่นกระจก เมื่อเข้ากันดีแล้วกอง ซีเมนต์ที่ผสมแล้วเป็นรูปภูเขาและให้มีหลุมตรงกลาง เติมน้ำในอัตราส่วนวัสดุประสาน : น้ำ เท่ากับ 1 : 0.5 ลงในหลุมกลางและตักส่วนผสมจากด้านข้าง ลงในกลางหลุมด้วยในเวลา 30 วินาที และทิ้ง ให้ซีเมนต์ด้วยน้ำ 30 วินาที เริ่มผสมให้เข้ากันด้วยเกรียงในเวลา 1 นาที 30 วินาที

3) เทซีเมนต์ที่ผสมแล้วลงในแบบหล่อ ภายในเวลาไม่เกิน 2 นาที 30 วินาที หลังการผสม เสร็จ การหล่อจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยชั้นแรกจะหนาประมาณ 1 นิ้ว หรือ 2.5 ซม. แล้วใช้ Tamper กระทุ้งชั้นละ 16 ครั้ง โดย 8 ครั้งแรกจะมีทิศทางตั้งฉากกับ 8 ครั้งหลัง ให้ใช้แรงกระทุ้งพอประมาณ และเทากันตลอด ใช้เวลาประมาณ 5 วินาที เติมน้ำในชั้นที่ 2 ให้เลยขอบแบบหล่อเล็กน้อย และใช้มือป้องขณะกระทุ้งใช้ Tamper กระทุ้ง 16 ครั้งเช่นเดียวกับครั้งแรก เมื่อเสร็จแล้วให้ใช้เกรียง ปาดส่วนเกินออกในลักษณะคล้ายเลื่อย

4) หลังจากหล่อเสร็จ ให้นำตัวอย่างพร้อมแบบหล่อเก็บไว้ในที่ชื้นทันทีและถอดแบบใน เวลา 24 ชั่วโมง บ่มตัวอย่างต่อจนครบ 28 วัน โดยใช้ผ้ากระสอบชุบน้ำคลุมทับ นำตัวอย่างไป ทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยใช้เครื่อง Test Machine

5) หาค่าความหนาแน่นของตัวอย่าง โดยการการชั่งน้ำหนักของก้อนตัวอย่างและหารด้วย ปริมาตรของก้อนตัวอย่าง

#### 4.4 การทดสอบการชะละลายของโลหะหนัก

การทดลองนี้ใช้มาตรฐานการทดสอบการชะละลายของโลหะหนัก โดยใช้วิธีสกัดสาร (Extraction Procedure) ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กำหนดไว้ ดังรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

1) บดตัวอย่างซีเมนต์ที่แข็งตัวให้เป็นผง แล้วร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ขนาดระหว่าง 0.5 มิลลิเมตร ถึง 5.0 มิลลิเมตร

2) ชั่งตัวอย่าง ในข้อ 1) 50 กรัม ใส่ในตัวทำละลาย ซึ่งประกอบด้วย น้ำ ผสมกับ กรดไฮโดรคลอริก จนมีความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.8 ถึง 6.3 ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลาย เป็น 10 เท่า (มิลลิลิตร) ของน้ำหนัก (กรัม) ของตัวอย่างสาร

3) เขย่าตัวอย่างบนเครื่องเขย่า (Shaker) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องเขย่าชนิด 200 รอบ/นาที

4) กรองสารละลาย โดยใช้กระดาษกรองใยแก้ว ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู 1 ไมครอน

5) นำของเหลวที่ได้ไปวิเคราะห์หา As, Cr, Hg, Cd และ Pb โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

6) วัดค่าพีเอช และความนำไฟฟ้าของน้ำสกัด