บทที่ 7

การทดลองการดูดซับโลหะหนักโดยใช้ซีโอไลท์สังเคราะห์

7.1 รูปแบบการศึกษา

เป็นงานวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อหาความสามารถในการดูดซับโลหะหนักในน้ำทิ้งของซีโอไลท์สังเคราะห์ เปรียบเทียบกับเถ้าลอยที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้น สำหรับซีโอไลท์สังเคราะห์นั้นได้เลือกมา 3 สภาวะมาทดสอบ คือ ที่สภาวะสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมลต่อลิตร อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง เกิดซีโอไลท์ Analcime, P และที่สภาวะสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลต่อลิตร อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส ระยะเวลา 96 ชั่วโมง เกิดซีโอไลท์ A, P ส่วนที่สภาวะสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลต่อลิตร อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง เกิดซีโอไลท์ chabazite

7.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องชั่งที่อ่านค่าทศนิยมได้ 4 ตำแหน่ง
2. ตู้อบ
3. ปั๊มสูญญากาศพร้อมชุดกรอง
4. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 40
5. เครื่องเขย่า
6. ชุดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ
7. pH Meter
8. Water bath
9. Inductively Coupled Plasma Spectrometor (ICP)

7.3 วิธีการทดสอบการดูดซับโลหะหนัก

นำน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม 100 มิลลิลิตร มาวิเคราะห์ชนิดของโลหะหนักที่เจือปนด้วย ICP เก็บไว้เป็นข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นใช้ซีโอไลท์ 1 กรัม ผสมกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม 100 มิลลิลิตรที่ปรับ pH = 5 เขย่าเป็นเวลา 15 นาที จนค่า pH คงที่ระดับหนึ่ง

จากนั้นนำสารละลายไปแช่ใน Water bath ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เขย่าเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องกวน แล้วกรองสารละลายออกมาวิเคราะห์ด้วย ICP

7.4 ผลการทดลองการดูดซับโลหะหนัก

ผลการทดลองการดูดซับโลหะหนักในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ เถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมด้วย ICP มีโลหะหนักเจือปนที่มีค่าสูงเกินมาตรฐาน 4 ชนิดคือ Cr, Mn, Ni, Zn เมื่อนำเถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์ ณ สภาวะต่างๆมาทดสอบการดูดซับโลหะหนัก แล้วนำตัวอย่างน้ำทิ้งมาวิคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่เหลืออีกครั้ง แสดงผลดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ผลการทดลองการดูดซับโลหะหนัก

ชนิดโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง (ppm.)					
	ค่ามาตรฐาน	ก่อนดูดซับ	หลังดูดซับด้วยเถ้าลอย	หลังดูดซับด้วยซีโอไลท์ analcime,P	หลังดูดซับด้วยซีโอไลท์ A,P	หลังดูดซับด้วยซีโอไลท์ chabazite
Cr	≤0.75	188.21	142.75	142.28	157.46	148.79
Mn	≤5.00	12.33	7.16	3.21	10.28	1.52
Ni	≤1.00	196.05	114.32	101.40	151.16	93.10
Zn	≤5.00	33.89	1.36	0.68	5.05	0.62

- ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) วันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
- มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

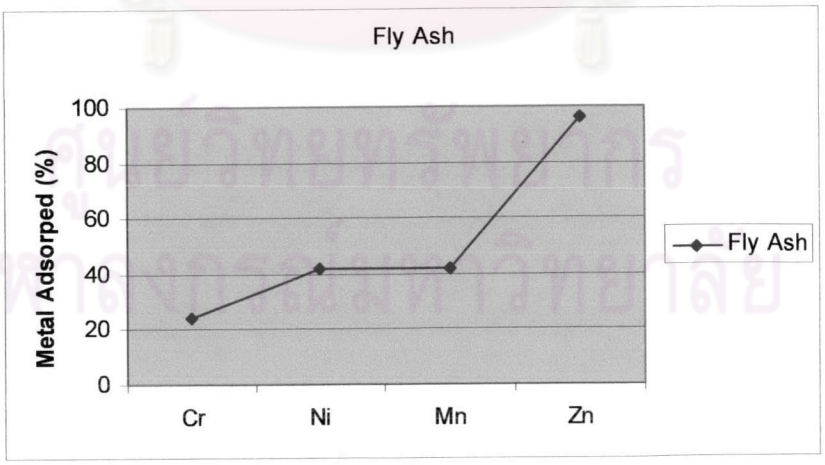
จากตารางที่ 7.1 พบว่าเถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์สามารถดูดซับโลหะหนักได้ทั้ง 4 ชนิด คือ Cr, Mn, Ni, Zn โดยเถ้าลอยสามารถดูดซับ Zn ได้ดีที่สุดและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

อย่างไรก็ตามซีโอไลท์สังเคราะห์แต่ละชนิดสามารถดูดซับโลหะหนักแต่ละชนิดได้แตกต่างกันไป กล่าวคือ Analcime, P และ Chabazite สามารถดูดซับ Zn และ Mn ได้ดี และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่ A, P ไม่สามารถดูดซับปริมาณโลหะหนักให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้เลย และเมื่อนำปริมาณโลหะหนักที่ถูกดูดซับโดยเถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์ในสภาวะต่างๆ มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนัก ผลแสดงดังตารางที่ 7.2

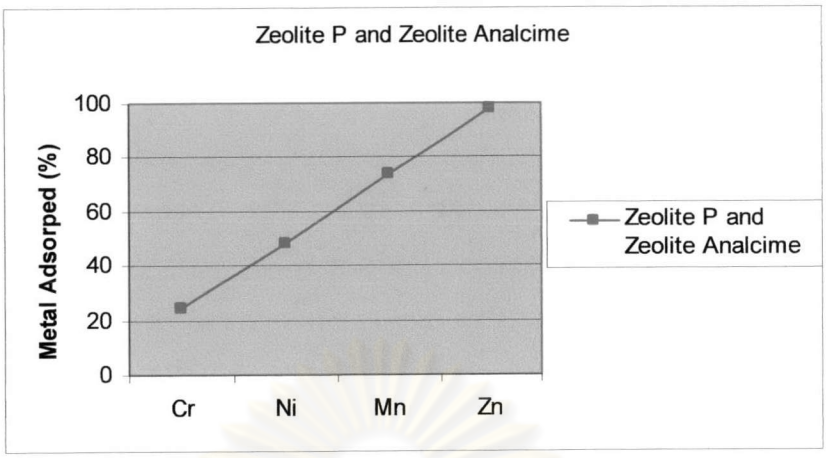
ตารางที่ 7.2 ค่าการดูดซับโลหะหนัก โดยเถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์ในสภาวะต่างๆ

ชนิดโลหะหนัก	เถ้าลอย		Analcime, P		A, P		Chabazite	
	ปริมาณดูดซับ (ppm.)	เปอร์เซนต์ดูดซับ (%)	ปริมาณดูดซับ (ppm.)	เปอร์เซนต์ดูดซับ (%)	ปริมาณดูดซับ (ppm.)	เปอร์เซนต์ดูดซับ (%)	ปริมาณดูดซับ (ppm.)	เปอร์เซนต์ดูดซับ (%)
Mn	5.17	41.95	9.12	73.97	2.05	16.63	11.81	87.68
Zn	32.52	95.97	33.21	97.99	28.84	85.10	33.27	98.17
Cr	45.47	24.16	45.93	24.40	30.75	16.34	39.42	20.95
Ni	81.74	41.69	94.66	48.28	44.89	22.9	102.96	52.52

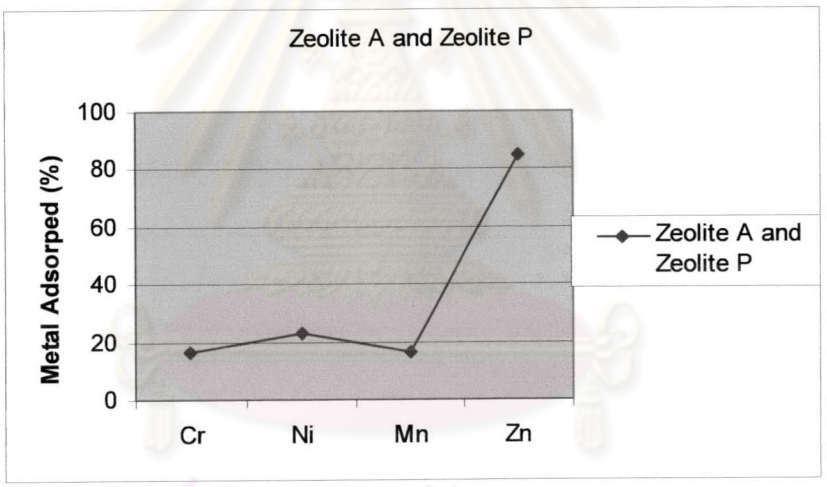
จากตารางที่ 7.2 เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนักของเถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์ มาเขียนกราฟ ดังรูปที่ 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 และ 7.5



รูปที่ 7.1 เปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนักโดยเถ้าลอย

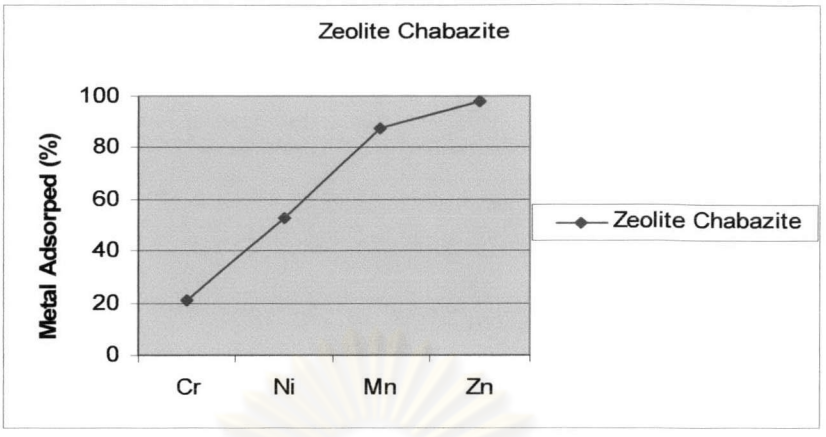


รูปที่ 7.2 เปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนักโดยซีโอไลท์สังเคราะห์ Analcime, P



รูปที่ 7.3 เปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนักโดยซีโอไลท์สังเคราะห์ A, P

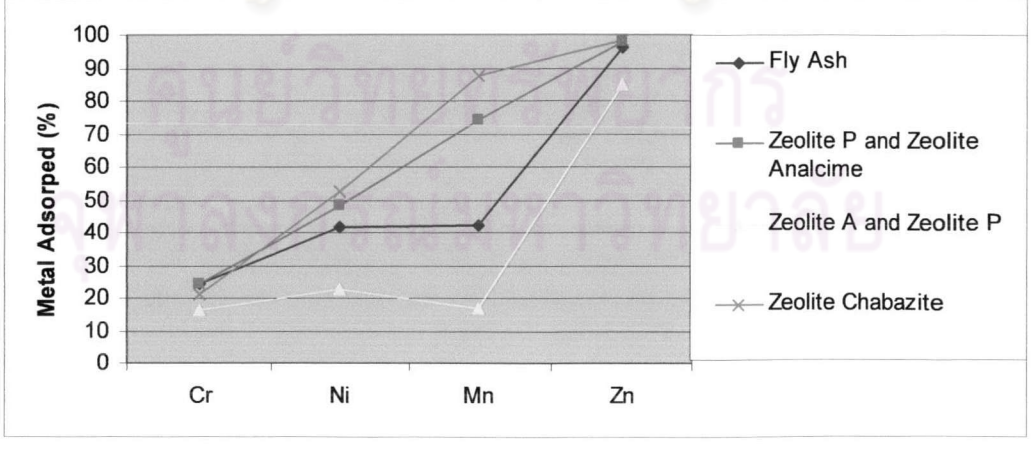
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.4 เปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนักโดยซีโอไลท์สังเคราะห์ chabazite

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างเถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์แต่ละชนิดดังแสดงในรูปที่ 7.5 สามารถสรุปความสามารถในการดูดซับโลหะหนักของสารดูดซับแต่ละชนิด โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ Chabazite, Analcime & P, Fly ash และ A & P ตามลำดับ โดยพบว่าทุกตัว (รวมทั้งเถ้าลอย) เป็นสารดูดซับที่ดีสำหรับ Zn (>80%) หากต้องการกำจัด Zn เพียงอย่างเดียว เถ้าลอยน่าจะเป็นตัวเลือกที่คุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์มากที่สุด

ขณะที่สารดูดซับที่เหมาะสำหรับ Mn มีเพียง 2 กลุ่ม คือ Chabazite และ Analcime & P ส่วนกรณี Ni & Cr จะพบว่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของสารดูดซับแต่ละตัวไม่เกิน 50% ไม่น่าจะเป็นสารดูดซับที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามเถ้าลอยอาจจัดเป็นตัวดูดซับที่ดีปานกลางสำหรับ Mn & Ni เนื่องจากดูดซับ Mn & Ni ได้ประมาณ 40%



รูปที่ 7.5 เปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนักเปรียบเทียบกันระหว่างเถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์