การดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมบนตัวดูดซับกากตะกรันจากเตาหลอมเหล็ก

นางสาว วรรณชนี ศรีโพธิ์งาม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1049-4

สิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I20355488 12 พ.ย. 2546

Lead and Selenium Adsorption on Blast Furnace Slag

Wanchanee Sripongam

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering

Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-1049-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมบนตัวดูดซับกากตะกรันจากเตาหลอมเหล็ก
โดย	นางสาว วรรณชนี ศรีโพธิ์งาม
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธา ขาวเธียร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญยง โลห์วงศ์วัฒน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธา ขาวเธียร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. มนัสกร ราชากรกิจ)

วรรณชนี ศรีโพธิ์งาม : การดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมบนตัวดูดซับกากตะกรันจากเตาหลอมเหล็ก. (LEAD AND SELENIUM ADSORPTION ON BLAST FURNACE SLAG) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธา ขาวเธียร หน้า 78. ISBN 974-03-1049-4.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมในน้ำเสียสังเคราะห์บนตัวดูดซับกากตะกรันจากการหลอมเหล็กในระดับห้องปฏิบัติการ การทดลองแบ่งเป็น 7 ตอน เพื่อศึกษาหาองค์ประกอบของกากตะกรัน เวลา พีเอช ปริมาณกากตะกรัน ความเข้มข้นเริ่มต้น ผลจากความแรงไอออนที่เหมาะสมในกระบวนการดูดซับ และผลของการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมที่มีต่อกันและกัน โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้ กากตะกรันขนาดตะแกรงเบอร์ 70 – 150 พีเอช 3 – 8 รอบการเขย่า 125 รอบต่อนาที อุณหภูมิห้อง ความแรงไอออน 0.01, 0.02, และ 0.05 มิลลิโมล ในปริมาณกากตะกรัน 0.5 – 2.5 กรัม

ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบกากตะกรันก่อนและหลังการดูดซับมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เวลาเข้าสู่สมดุลของตะกั่วและซีเลเนียม 5 ชั่วโมง เมื่อพีเอชมากขึ้นจะทำให้การดูดซับตะกั่วเพิ่มขึ้นโดยเหมาะกับสมการแลงมัวร์ไอโซเทิร์ม ในขณะที่การดูดซับซีเลเนียมจะลดลง โดยเหมาะกับสมการฟลอยดลิช ความแรงไอออนมีผลทำให้การดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมลดลงเพียงเล็กน้อย (5 – 6 %) เนื่องจากทั้งตะกั่วและซีเลเนียมมีการสร้างพันธะแบบ Inner - sphere complexes ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง เมื่อระบบมีตะกั่ว (ประจุบวก) และซีเลเนียม (ประจุลบ) สามารถสรุปได้ว่า ต่างก็ช่วยกันเสริมการดูดซับซึ่งกันและกันในทุกสัดส่วน

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....วรรณชนี ศรีโพธิ์งาม.....

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....มิ.ย. ๒๐๑๕.....

ปีการศึกษา 2544

4270518621 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEY WORD : ADSORPTION / LEAD / SELENIUM / SLAG OR BLAST FURNACE SLAG / ISOTHERM. WANCHANEE SRIPONGAM : LEAD AND SELENIUM ADSORPTION ON BLAST FURNACE SLAG. THESIS ADVISOR : SUTHA KHAODHIAR, 78 pp. ISBN 974-03-1049-4.

The objective of this research was to investigate the lead and selenium adsorption on blast furnace slag. All experiments were conducted in completely mixed, laboratory scale, and batch reactor with synthetic wastewater. The contents of slag, equilibrium time, pH, amount of slag, initial concentration, effect of ionic strength and effect of lead (Divalent Cation) and selenium (Oxyanion) were evaluated. The experiment boundaries are slag mesh no. 70 – 150, pH 3 – 8, 125 rpm, room temperature, ionic strength 0.01 – 0.05 mM. CH_3COONa and 0.5 – 2.5 grams of slag.

The results show that the different contents of slag before and after was not significant. Adsorption of lead and selenium on slag reached the equilibrium after 5 hours. The adsorption of lead increased with increasing pH and can be modeled by Langmuir equation. The adsorption of selenium decreased with increasing pH and can be modeled by Fruendlich equation. Changing of ionic strength had no significant effect on both lead and selenium adsorption, suggesting an inner – sphere surface complex between slag and both metals. In lead (Divalent Cation) and selenium (Oxyanion) mixed system, both adsorption processes increased at all proportions.

Department Environment Engineering Student's signature.....

Field of study Environment Engineering Advisor's signature.....

Academic year 2001

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณพ่อ แม่และทุกคนในครอบครัวที่สนับสนุนให้เรียน ช่วยเหลือ คอยลุ้น ดูแลสุขภาพ (อีสุกอีใส)และเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอบคุณอาจารย์สุธา ที่ให้คำปรึกษา รับฟัง และช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆตลอดการทำวิจัย อย่างดีที่สุด และอย่างเป็นกันเอง

ขอบคุณอาจารย์บุญยงค์ ประธานกรรมการ ที่สละเวลาช่วยดูแลและแก้ไขข้อผิดพลาดจน การวิจัยนี้สำเร็จ ขอบคุณอาจารย์เพ็ชรพรและอาจารย์มนัสกร คณะกรรมการ ที่ให้คำแนะนำเพิ่ม เติมที่ดีและเป็นประโยชน์ในการทำการวิจัยครั้งนี้ และคอยถามไถ่ถึงความก้าวหน้าในการทำงาน เรื่อยมา

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการภาค เจ้าหน้าที่Labทุกคน หนังสือทุกเล่ม

ขอบคุณพี่ปริญ ที่ให้ข้อมูล คำแนะนำ คอยสอน ช่วยแก้ปัญหาและยังเป็นผู้สนับสนุน อุปกรณ์ต่างๆตลอดมา นอกจากนี้ยังพาไปฉีดวัคซีนด้วย ถ้าไม่มีพี่ปริญคอยช่วยเหลือ คงไม่มีวันนี้

ขอบคุณ คุณพ่อจัสและจัส สำหรับอุปกรณ์และข้อมูล ขอบคุณพี่หนุ่ย พัชราภรณ์ สำหรับ อุปกรณ์ทำการทดลอง พาไปวัดที่คลอง 6 และไปลุยถึงบางพลีด้วยกัน ขอบคุณพี่หนุ่ม พี่เอ้ สำหรับ คำแนะนำ ขอบคุณ RITTO ฤทธิ์ ที่ช่วยสแกนและหนังสือดีๆ พี่ปุ้ม พี่เกด เปิ้ล หน่อย น้องสี่ น้อง เต๋า พี่เอก เอ็ม ทิพย์ นุช ป๋าเคน ยุ้ย หนาม นิด ปุ๊ก เพื่อนภาคเคมีและเพื่อนที่มหิดลทุกคนที่คอย ถามและช่วยลุ้นอยู่ห่างๆ

ขอบคุณต๋อย ปุ๋ย แมว พี่ยอด โรจน์ สอง โอ พี่หนุ่ย(มข) พี่หมู พี่ตี๋ พี่ใหม่ พี่ชวน หมู เติ้ล ก้อง แอร์ เพื่อนทุกคน พี่เอ พี่วิทย์ สำหรับข้อมูลในภาค พี่โจ สำหรับเอกสารวิชาอ.สุรพล พี่ทิว พี่ ตุ๊กตา พี่จ๋า พี่นี พี่กุ้ง พี่เอลัดดา พี่ต้อง พี่จูน พี่ๆและน้องๆในภาคสิ่งแวดล้อมที่ทั้งเรียนทั้งเล่นและ ช่วยเหลือตลอดมา

ขอบคุณพี่ปั้น ที่ช่วยเหลือ ดูแล ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ เป็นช่างกล้องจำเป็น อ่านหนังสือ เป็นเพื่อน และเหนื่อยเป็นเพื่อนด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร..... 3

2.1 กากตะกรันจากโรงงานถลุงแร่เหล็ก (Blast Furnace Slag from Steel Plant)..... 3

2.2 การดูดซับ (Adsorption)..... 4

2.3 ตะกั่วและซีเลเนียม..... 12

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 19

3.1 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 19

3.2 การดำเนินการวิจัย..... 19

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย..... 22

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 24

3.5 สารเคมี..... 25

3.6 วิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ..... 25

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล..... 33

4.1 ผลการทดลองที่ 1 ผลการวิเคราะห์กากตะกรัน..... 33

4.2 ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาถึงผลกระทบของเวลาสัมผัส ต่อการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน..... 41

4.3 ผลการทดลองที่ 3 การศึกษาถึงผลกระทบของพีเอช ต่อการดูดซับตะกั่วและ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน..... 43

4.4 ผลการทดลองที่ 4 การศึกษาผลของปริมาณกากตะกรัน ต่อการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน..... 45

4.5 ผลการทดลองที่ 5 การศึกษาผลของความเข้มข้นของตะกั่วและซีเลเนียมเริ่มต้นสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน..... 48

4.6 ผลการทดลองที่ 6 การศึกษาผลของความแรงไอออน ต่อการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน ในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีตะกั่วหรือซีเลเนียมเพียงอย่างเดียว..... 51

4.7 ผลการทดลองที่ 7 การศึกษาผลของการดูดซับตะกั่วต่อซีเลเนียมและซีเลเนียมต่อตะกั่วสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน ในน้ำเสียสังเคราะห์..... 53

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 54

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 54

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 55

รายการอ้างอิง..... 56

ภาคผนวก..... 59

ภาคผนวก ก..... 60

ภาคผนวก ข..... 71

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 78

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	ขอบเขตการวิจัย.....	2
ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบของกากตะกรัน.....	4
ตารางที่ 2.2	สมบัติทางฟิสิกส์ของกากตะกรัน.....	4
ตารางที่ 2.3	สมบัติของตะกั่วและซีเลเนียม.....	13
ตารางที่ 2.4	ประโยชน์และโทษของตะกั่วและซีเลเนียม.....	14
ตารางที่ 2.5	ปริมาณตะกั่วในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท.....	15
ตารางที่ 2.6	ส่วนประกอบของกากตะกรันจากการศึกษาที่ผ่านมา.....	16
ตารางที่ 3.1	ตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง.....	22
ตารางที่ 3.2	พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์.....	25
ตารางที่ 4.1	ผลการศึกษาองค์ประกอบของกากตะกรันทั้งก่อนและหลังดูดซับ.....	33

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	ค่าประจุที่ผิวของแข็งและของแข็งแขวนลอยชนิดต่างๆ.....	6
รูปที่ 2.2	ผลกระทบของพีเอช, ความแรงไอออน, Oxidation State และความเข้มข้นประจุลบเล็กน้อย การดูดซับของประจุลบบนเฟอริคไฮไดร์ท.....	8
รูปที่ 2.3	ไอโซเทิร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์.....	11
รูปที่ 2.4	ไอโซเทิร์มการดูดซับแบบฟลอยดลิช.....	12
รูปที่ 3.1	กากตะกรันที่ใช้ในการทดลอง.....	26
รูปที่ 3.2	กระดาษกรองเมมเบรนขนาด 0.45 ไมครอนที่ใช้ในการทดลอง.....	26
รูปที่ 3.3	ลักษณะหลอดทดลองที่ใช้ในการทดลอง ขนาด 50 ml.....	27
รูปที่ 3.4	เครื่องเขย่า.....	27
รูปที่ 3.5	เครื่องกรอง.....	28
รูปที่ 3.6	พีเอชมิเตอร์.....	28
รูปที่ 3.7	เครื่อง BET Surface Area Analysis	29
รูปที่ 3.8	เครื่อง Scanning Electron Microscopy : SEM	29
รูปที่ 3.9	เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer : AAS.....	30
รูปที่ 3.10	เครื่อง X-ray Diffractometer : XRD.....	30
รูปที่ 3.11	เครื่อง Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer.....	31
รูปที่ 3.12	Sample Changer ของเครื่อง XRF	31
รูปที่ 3.13	สารละลายมาตราฐานของตะกั่วและซีเลเนียม.....	32
รูปที่ 3.14	สารเคมีที่ใช้ในการปรับพีเอช ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์และกรดไนตริก.....	32
รูปที่ 4.1	ผล XRD ของกากตะกรันก่อนการดูดซับ.....	35
รูปที่ 4.2	ผล XRD ของกากตะกรันก่อนการดูดซับตะกั่ว.....	36
รูปที่ 4.3	ผล XRD ของกากตะกรันก่อนการดูดซับซีเลเนียม.....	37
รูปที่ 4.4	โครงสร้างผิวของกากตะกรันที่กำลังขยาย 200 เท่า	38
รูปที่ 4.5	โครงสร้างผิวของกากตะกรันที่กำลังขยาย 1500 เท่า.....	38
รูปที่ 4.6	โครงสร้างผิวของกากตะกรันหลังดูดซับตะกั่วที่กำลังขยาย 1500 เท่า.....	39
รูปที่ 4.7	โครงสร้างผิวของกากตะกรันหลังดูดซับซีเลเนียมที่กำลังขยาย 1500 เท่า.....	39
รูปที่ 4.8	ผลของเวลาสัมผัสต่อการดูดซับตะกั่ว.....	41
รูปที่ 4.9	ผลของเวลาสัมผัสต่อการดูดซับซีเลเนียม.....	42

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.10	ผลของพีเอชต่อการดูดซับตะกั่ว.....	43
รูปที่ 4.11	ผลของพีเอชต่อการดูดซับซีเลเนียม.....	44
รูปที่ 4.12	ผลของปริมาณกากตะกรันต่อการดูดซับตะกั่ว.....	45
รูปที่ 4.13	ผลของปริมาณกากตะกรันต่อการดูดซับซีเลเนียม.....	46
รูปที่ 4.14	ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการดูดซับตะกั่ว.....	48
รูปที่ 4.15	ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการดูดซับซีเลเนียม.....	49
รูปที่ 4.16	ผลของความแรงไอออนต่อการดูดซับของตะกั่ว.....	51
รูปที่ 4.17	ผลของความแรงไอออนต่อการดูดซับของซีเลเนียม.....	51
รูปที่ 4.18	ผลของการดูดซับตะกั่วต่อซีเลเนียมและซีเลเนียมต่อตะกั่วในสัดส่วน1:1, 1:2 และ 2:1 (โดยมิลลิกรัมต่อลิตร)	53