รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงอุตสาหกรรม.กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2,2539.

จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์. การกำจัดโลหะหนักในน้ำโดยใช้ขี้เถ้าลอย.ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2539.

ชาญวิทย์ ศุภารานนท์รัตน์. ผลของฟลูออไรด์ในน้ำเสียต่อการดูดติดผิวของตะกั่วบนทรายเคลือบเหล็กออกไซด์.ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2543.

พณจิตร ธนสิน. การกำจัดสังกะสีและนิกเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยตัวกลางทรายเคลือบออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2539.

มั่นสิน ตัลฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปา เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2538

มั่นสิน ตัลฑุลเวศม์. เทคโนโลยีการกำจัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2542

ภาษาอังกฤษ

Anderson M.A. and Robin A.J. Adsorption of Inorganic at Solid-Liquid Interface.. USA : Ann Arbor Science, 1981.

Aung, N.N. Adsorption/Desorption of Heavy Metals Using Chitosan. The Degree of Master of Science. School of Environment,Resources and Development. Department of Science. Asian Institute of Technology, 1997.

Bernardin, F.E. Selection and Specifying Activated-Carbon-Adsorption Systems. Chemical Engineering.83(1975):77-82.

Chang, J.S. Treatment of Leachate from Coal Stockpile of Mae Moh Power Plant in Lampang,Thailand.Master's Thesis, Asian Institute of Technology.1991.

Cheremisinoff,P.N.,and Habibb,Y.H. Cadmium,Chromium.Lead,Mercury:A Plenary Account for Water Pollution Part1-Occurance,Toxicty and Detection.Water&Sawage Works.119(1972):73-87.

Clark, T.P.,and Piskin,R. Chemical Quality and Indicator Parameters for Monitoring Landfill Leachate in Illinois.Env.Geology.1(1977):329-340.

Connell, M.D. Engineering Works Technical Manager. Surface of Blast-Furnace Slag. 14 January 2002.

Dalang, F.,Buffle. J and Haerdi.W,Study of the Influence of Fluvic Substances on the Adsorption of Copper(II) Ions at the Kaolinite Surface. Environment Science Technology.18 (1984):135-141.

David,G.K., and Marion,L.J. Cation Adsorption by Hydrous Metal Oxides and Clay. Adsorption of Inorganic at Solid-Liquid Interface Ann Arbor Science Publisher Inc.,1976

Davis,J.A. and Kent, D.B. Surface Complexation Modeling in Aqueous Geochemistry. Mineral-Water Interface Geochemistry 23(1990) : 213-221

Diamadopoulos,E.,Loannidis,S., and Sakellaropoulos,G.P.As(V) Removal from potable water. Water Quality Office.(1992):454-458

Dimitrova, S.V.and Mehandgiev,D.R. Lead Removal from Aqueous Solution by Granulated Blast-Furnace Slag. Water Resource. 32(1998):3289-3292.

Faust, S.D.and Aly, O.M. Adsorption Process for Water Treatment. Butterworth Publishers,1987.

Forstner and Wittman. Metal Transfer between Solid and Aqueous Phase. Metal Pollution in the Aquatic Environment.1981.

Gharaibeh, S.H.,Abu-El-Sha'r, W.Y.,and Al-Kofahi M.M. Removal of Selected Heavy Metals From Aqueous Solutions Using Processed Solid Residue of Olive Mill Products.Water Resource.32(1998):498-502.

Ho,U.S. and Mckay,G. The Sorption of Lead(II) Ions on Peat.Water Resource. 33(1999):578-584

Karthikeyan, J. and Chaudhuri, M. Enhancement of Mercury (II) Sorption from Water by Coal Through Chemical Pretreatment. Water Resource.20 (1986):449-452.

Khodhiar, S.Removal of Chromium,Copper,and Arsenic from Contaminated Groundwater Using Iron-Oxide Composite Adsorbents. The degree of Doctor Philosophy in Civil Engineering Oregon State University,1997.

Kuan, W.H.,Lo,S.L.,Wang,M.K.and Lin,C.F. Removal of Se(IV) and Se(VI) from water by Aluminum-Oxide-Coated Sand. Water Resource. 32(1998) : 915-923

Lee, M.C.,Snoeyink,V.L.,and Crittenden,J.C. Activated Carbon Adsorption of Humic Substances.J.AWWA 73(1981):440-454.

Lopez, A. Delgado, Perez C. and Lopez, F. A. Sorption of Heavy Metals on Blast Furnace Sludge. Water Resource. 4 (1998):989-996.

Mathews, A.P.,and Zayas,I.Particle Size and Shape Effects on Adsorption Rate Parameters. J.Env.Engineering Div.-ASCE. 115(1989):41-55.

Metcalf & Eddy,Inc. Wastewater Engineering. 3rd ed. McGraw-Hill Book Co.,1991.

Pandy, P.M. and Chaudhuri, M. Removal of Inorganic Mercury from Water by Bituminous Coal. Water Resource.19(1982):1113-1118.

Patterson, J.W. Industrial Wastewater Treatment Technology. 2nd ed. Butterworth Publishers,1985.

Randtke, S.J.,and Snoeyink, V.L. Evaluating GAC Adsorptive Capacity. J.AWWA 75(1983):406-413.

Rowley, A.G.,Husband,F.M. and Cunningham, A.B.Mechanisms of Metal Adsorption from Aqueous Solutions by Waste Tire Rubber. Water Resource.18 (1984): 981-984

Tan, W.T.,Lee, C.K. ,and Ling K.Column Studies of Copper(II) and Nickel(II) Ions Sorption on Palm Pressed Fibres.Environmental Technology.17(1996):621-628.

Thai-Asahi Glass Co.,Ltd. GGBS. South Humberside : Apple by Slag Company Ltd., 1999.

Stumm, W.,and Morgan, J.J..Aquatic Chemistry. Wiley-Interscience,1970

Srivastava, S.K.,Gupta,V.K and Mohan, D. Removal of Lead and Chromium by Activated Slag-A Blast-Furnace Waste. Journal of Environmental Engineering 5(1997) : 461-468.

Wang, C.H. and Huang, C.P. Treatment of Metal Industrial Wastewater by Fly Ash and Cement Fixation. Journal of Environmental Engineering.120 (1992): 1470-1487.

Wang, L.K.,Leonard, R.P.,Wang, M.H.,and Goupil, D.W. Adsorption of Dissolved Organics from Industrial Effluentd on to Activated Carbon.Applied Chemistry & Biotechnology 25(1975):491-502.

Xu, Y.,Schwartz, F.W. and Traina, S.J. Sorption of Zn2+ and Cd2+ on Hydroxyapatite Surfaces. Environment Science Technology.28 (1994):1472-1480.

Yamashita et al.,Method of Removing Dissolved Heavy Metals from Aqueous Waste Liquids.U.S. Patent # 4377483 ,1983

ภาคผนวก

ตารางที่ ผ1. แสดงการหาเวลาที่ใช้ที่สภาวะสมดุลของการดูดติดผิวของตะกั่วและซีเลเนียม
บนการตะกรันจากการหลอมเหล็ก

เวลาที่ใช้ในการทดลอง	ปริมาณตะกั่วที่เหลือ	ร้อยละของตะกั่วที่ถูกดูดติดผิว	ปริมาณซีเลเนียมที่เหลือ	ร้อยละของซีเลเนียมที่ถูกดูดติดผิว
0	10.6	0.0	10.03	0.0
1	5.9	44.3	6.84	31.8
2	5.68	46.4	6.72	33.0
3	5.1	51.9	7.2	28.2
4	5.05	52.4	6.41	36.1
5	4.96	53.2	6.38	36.4
6	4.94	53.4	6.4	36.2
12	4.91	53.7	6.34	36.8
18	4.97	53.1	6.15	38.7
24	4.91	53.7	6.2	38.2
36	4.94	53.4	6.4	36.2
42	4.89	53.9	6.02	40.0
48	4.97	53.1	6.1	39.2

ตารางที่ ผ2. แสดงผลของพีเอชที่มีต่อการกำจัดตะกั่วและซีเลเนียมบนการตะกรันจาก
การหลอมเหล็ก

ผลของพีเอชต่อตะกั่ว

พีเอช	ปริมาณตะกั่วที่เหลือ	ร้อยละของตะกั่วที่ถูกดูดติดผิว
3.0	0.5	95.0
4.0	1.2	88.0
5.0	4.52	54.8
5.6	4.16	58.4
6.0	3.1	69.0
6.5	2.02	79.8
7.0	0.6	94.0
8.0	0.24	97.6

ผลของพีเอชต่อซีเลเนียม

พีเอช	ปริมาณซีเลเนียมที่เหลือ	ร้อยละของซีเลเนียมที่ถูกดูดติดผิว
2.3	0.0017	100.0
3.5	0.0037	100.0
4.2	0.0956	99.2
5.25	0.4858	95.9
6	9.4	20.9
7.6	10.99	7.6
9	11.57	2.7

ตารางที่ ผ3. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 10 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ3.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	9.8	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.17	6.8	30.6
6	5.4	44.9
7.06	3.6	63.3
7.76	1.6	83.7

ตารางที่ ผ3.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	9.4	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5	5.3	43.6
6	3.9	58.5
7	2.3	75.5
8	0.3	96.8

ตารางที่ ผ3.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	9.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.0	4.52	52.4
6.0	3.2	66.3
7.0	1.9	80.0
8	0.24	97.5

ตารางที่ ผ 3.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	11.3	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.1	4.5	60.2
6.3	3.1	72.6
7.0	1.7	85.0
8.3	0.22	98.1

ตารางที่ ผ 4. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 7 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ 4.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	6.9	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.03	4.98	27.8
5.81	3.91	43.3
7.05	3.13	54.6
7.92	0.88	87.2

ตารางที่ ผ 4.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	7.1	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.11	3.9	43.6
5.88	2.61	58.5
7	1.52	68.1
8.11	0.34	96.8

ตารางที่ ผ 4.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	7.05	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.25	2.99	57.6
5.7	2	71.6
7.08	0.7	90.1
8.1	0.15	97.9

ตารางที่ ผ 4.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	6.88	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
4.8	2.5	63.7
5.6	1.55	77.5
7.2	0.45	93.5
7.9	0.1	98.5

ตารางที่ ผ 5. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 5 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ 5.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	5.3	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.2	2.3	56.4
6.0	2.0	61.7
7.2	1.4	74.0
8.1	0.5	89.8
9.0	0.1	98.1

ตารางที่ ผ 5.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	5.8	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.1	1.49	74.3
5.9	1.3	77.6
7.1	0.73	87.4
7.9	0.33	94.3

ตารางที่ ผ 5.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	5.9	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.2	1.08	81.7
5.9	0.89	84.9
7.2	0.54	90.8
8.1	0.21	96.4

ตารางที่ ผ 5.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	6.07	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.2	0.88	85.5
5.9	0.67	89.0
7.1	0.40	93.4
7.9	0.16	97.4

ตารางที่ ผ 6. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 2 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ 6.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	2.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.1	0.6	77.2
5.9	0.3	88.0
7.3	0.6	78.0
8.2	0.3	88.0

ตารางที่ ผ 6.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	2.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.1	0.4	84.0
5.9	0.67	73.2
7.2	0.3	88.0
8.1	0.21	91.6

ตารางที่ ผ 6.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	2.7	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

pH	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.3	0.36	86.7
5.9	0.25	90.7
7.0	0.21	92.2
8.1	0.07	97.4

ตารางที่ ผ 6.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น	2.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ตะกั่วที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
5.3	0.20	92.0
5.8	0.30	88.0
6.9	0.10	96.0
8.0	0.05	98.0

ตารางที่ ผ7. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดซีเลเนียมที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 10 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ 7.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	12.4	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
2.9	0.0057	100.0
4.2	1.2842	89.6
4.8	4.3000	65.3
5.7	8.3767	32.4
6.9	12.0000	3.2
7.9	12.1000	2.4

ตารางที่ ผ 7.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	9.4	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
2.9	0.0020	100.0
3.9	0.1250	98.7
4.9	1.7800	81.1
6.2	5.4855	41.6
7.1	8.8625	5.7
8.3	8.8865	5.5

ตารางที่ ผ 7.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	11.89	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
2.8	0.0017	100.0
3.9	0.0637	99.5
4.7	0.9956	91.6
5.6	3.9000	67.2
7.1	10.6000	10.8
8.1	11.0700	6.9

ตารางที่ ผ 7.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	9.3	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
2.9	0.0010	100.0
3.7	0.0332	99.6
4.7	0.5000	94.6
5.6	2.4112	74.1
7.2	8.3438	10.3
8.1	8.4967	8.6

ตารางที่ ผ 8. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดซีเลเนียมที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 7 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ 8.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	7.74	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.1	0.0039	99.9
4.2	0.2350	97.0
4.9	3.4000	56.1
6.1	6.2400	19.4
6.8	7.4017	4.4
8.3	7.4995	3.1

ตารางที่ ผ 8.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	7.9	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.4	0.0015	100.0
4.2	0.0370	99.5
5	2.0000	74.7
6.6	5.1287	35.1
7.1	7.2882	7.7
8.3	7.4150	6.1

ตารางที่ ผ 8.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	6.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.1	0.00	100.0
4.0	0.02	99.6
5.0	1.00	84.6
6.1	3.24	50.1
7.1	5.72	12.0
8.1	5.92	8.9

ตารางที่ ผ 8.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	7.3	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.3	0.0004	100.0
3.9	0.0115	99.8
4.9	0.8000	89.0
5.9	2.5178	65.5
7.3	6.1174	16.2
8.2	6.5333	10.5

ตารางที่ ผ 9. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดซีเลเนียมที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 5 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ 9.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	5.3	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.2	0.0010	100.0
4.2	0.0596	98.9
5	2.4000	54.7
6.1	4.1145	22.4
7.2	5.0800	4.2
8.4	5.2500	0.9

ตารางที่ ผ 9.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	5.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.1	0.0006	100.0
4.05	0.0134	99.8
5	1.8000	67.3
6.2	3.7547	31.7
7.1	4.9820	9.4
8	5.2381	4.8

ตารางที่ ผ 9.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	5.9	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.1	0.00	100.0
4.0	0.01	99.8
5.0	1.20	79.7
6.1	3.47	41.1
7.2	4.55	22.9
8.2	5.13	13.0

ตารางที่ ผ 9.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	6.07	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.0	0.0004	100.0
3.8	0.0064	99.9
5.3	0.8000	86.8
6.4	3.5136	42.1
7.1	4.6534	23.3
8.3	5.0137	17.4

ตารางที่ ผ 10. แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการกำจัดซีเลเนียมที่ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 2 พีพีเอ็ม

ตารางที่ ผ 10.1 ปริมาณกากตะกรัน 1 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	0.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	2.48	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.1	0.0012	100.0
4.1	0.0209	99.2
5.4	1.7000	31.5
6.3	2.1238	14.4
7.3	2.4161	2.6
8.1	2.4160	2.6

ตารางที่ ผ 10.2 ปริมาณกากตะกรัน 2 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	2.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.0	0.00	100.0
4.1	0.01	99.7
5.0	1.30	48.0
6.3	1.77	29.1
7.2	2.32	7.1
8.0	2.46	1.7

ตารางที่ ผ 10.3 ปริมาณกากตะกรัน 3 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	1.5	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	2.7	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.2	0.00	100.0
4.2	0.01	99.8
5.4	1.20	56.2
6.3	1.70	38.0
7.3	2.10	23.4
8.2	2.35	14.3

ตารางที่ ผ 10.4 ปริมาณกากตะกรัน 4 % น้ำหนักต่อปริมาตร

ปริมาณกากตะกรัน	2.0	กรัม
ปริมาณความเข้มข้นซีเลเนียมเริ่มต้น	2.5	พีพีเอ็ม
ปริมาณน้ำตัวอย่าง	50	มิลลิลิตร

พีเอช	ปริมาณ ซีเลเนียมที่เหลือ	ประสิทธิภาพ
3.4	0.0002	100.0
4.1	0.0024	99.9
5.2	0.1008	96.0
6.3	0.7600	69.6
7.2	1.3508	46.0
8.4	1.9000	24.0

ตารางที่ ผ 11. แสดงผลการกำจัดตะกั่วในคอลัมน์การดูดติดผิวที่พีเอช 5

เวลาที่ใช้	ปริมาตรน้ำที่ใช้	ประมาณตะกั่วที่เหลือ	Ce/Co	ประสิทธิภาพการกำจัด
0	0	9.5	0.00	0%
1	459	0.14	0.01	99%
2	918	3.9	0.41	59%
4	1836	7.31	0.77	23%
6	2754	8.3	0.87	13%
8	3672	8.25	0.87	13%
10	4590	8.14	0.86	14%
12	5508	8.1	0.85	15%
16	7344	8.25	0.87	13%
20	9180	8.25	0.87	13%
24	11016	7.87	0.83	17%
28	12852	8.07	0.85	15%
32	14688	8.6	0.91	9%
36	16524	8.56	0.90	10%
40	18360	8.53	0.90	10%
44	20196	8.45	0.89	11%
48	22032	8.36	0.88	12%
52	23868	8.92	0.94	6%
56	25704	9.2	0.97	3%
60	27540	9.1	0.96	4%

ตารางที่ ผ 12. แสดงผลการกำจัดตะกั่วในคอลัมน์การดูดติดผิวที่พีเอช 7

เวลาที่ใช้	ปริมาตรน้ำที่ใช้	ประมาณตะกั่วที่เหลือ	Ce/Co	ประสิทธิภาพการกำจัด
0	0	10.2	0	0%
2	918	0.1	0.01	99%
4	1836	0.08	0.01	99%
6	2754	0.2	0.02	98%
8	3672	0.04	0.00	100%
10	4590	0.08	0.01	99%
12	5508	0.17	0.02	98%
16	7344	2.8	0.27	73%
20	9180	7.74	0.76	24%
24	11016	8.85	0.87	13%
28	12852	8.37	0.82	18%
32	14688	8.7	0.85	15%
36	16524	8.87	0.87	13%
40	18360	8.66	0.85	15%
44	20196	9.14	0.90	10%
48	22032	9.55	0.94	6%
52	23868	9.9	0.97	3%
56	25704	9.06	0.89	11%
60	27540	9.27	0.91	9%

ตารางที่ ผ 13. แสดงผลการกำจัดซีเลเนียมในคอลัมน์การดูดติดผิวที่พีเอช 5

เวลาที่ใช้	ปริมาตรน้ำที่ใช้	ประมาณซีเลเนียมที่เหลือ	Ce/Co	ประสิทธิภาพการกำจัด
0	0	10.400	0.00	0%
2	918	0.007	0.00	100%
4	1836	0.002	0.00	100%
6	2754	0.009	0.00	100%
8	3672	0.003	0.00	100%
10	4590	0.004	0.00	100%
12	5508	0.003	0.00	100%
16	7344	0.250	0.02	98%
20	9180	2.110	0.20	80%
24	11016	5.280	0.51	49%
28	12852	9.460	0.91	9%
32	14688	10.400	1.00	0%
36	16524	10.100	0.97	3%
40	18360	9.800	0.94	6%
44	20196	10.040	0.97	3%
48	22032	10.200	0.98	2%
52	23868	9.900	0.95	5%
56	25704	9.060	0.87	13%
60	27540	9.270	0.89	11%

ตารางที่ ผ 14. แสดงผลการกำจัดซีเลเนียมในคอลัมน์การดูดติดผิวที่พีเอช 7

เวลาที่ใช้	ปริมาตรน้ำที่ใช้	ประมาณซีเลเนียมที่เหลือ	Ce/Co	ประสิทธิภาพการกำจัด
0	0	10.450	0.00	0%
1	459	3.800	0.36	64%
2	918	7.620	0.73	27%
4	1836	9.570	0.92	8%
6	2754	9.750	0.93	7%
8	3672	10.080	0.96	4%
10	4590	10.100	0.97	3%
12	5508	10.340	0.99	1%
16	7344	9.860	0.94	6%
20	9180	9.440	0.90	10%
24	11016	10.170	0.97	3%
28	12852	10.050	0.96	4%
32	14688	9.960	0.95	5%
36	16524	10.120	0.97	3%
40	18360	10.080	0.96	4%
44	20196	10.230	0.98	2%
48	22032	9.890	0.95	5%
52	23868	9.900	0.95	5%
56	25704	10.140	0.97	3%
60	27540	10.300	0.99	1%

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปริญญา บุญส่งแท้ เกิดวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2517 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541