

## ภาคผนวก ข

## ผลการทดลอง

ตารางภาคผนวก ข1 การทดลองตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีที่  
อุณหภูมิ 20, 40 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสาร  
ตกตะกอน

ข้อมูลที่ศึกษา	อุณหภูมิขณะดำเนินการปฏิกิริยา					
	20±1 °C		40±1 °C		60±1 °C	
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2
1. ปริมาณ 25%(w/v) NaOH ที่ใช้ (ml)	224	222	225	227	226	224
2. pH ของผลผสมหลังเติม NaOH	10.55	10.50	10.52	10.54	10.6	10.54
3. pH ส่วนใส	10.35	10.28	10.32	10.44	10.55	10.47
4. ความเข้มข้น Hg (mg/l)	1.837	2.010	2.164	2176	2.277	2.492
5. ความเข้มข้น Cr (mg/l)	1.09	1.15	1.10	1.09	1.08	1.24
6. ปริมาตรตะกอน 24 ชั่วโมง (ml)	70	75	75	75	75	78

หมายเหตุ ใช้ของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี 200 ml

ตารางภาคผนวก ข2 การทดลองตกตะกอนโลหะหนักในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีที่  
อุณหภูมิ 20, 40 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้โซเดียมซัลไฟด์เป็นสาร  
ตกตะกอน

ข้อมูลที่ศึกษา	อุณหภูมิขณะดำเนินการปฏิกิริยา					
	20±1 °C		40±1 °C		60±1 °C	
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2
1. ปริมาณ 25%(w/v) NaOH ที่ใช้ (ml)	219	222.5	224.5	222	223	224
2. ปริมาณ 50%(w/v) Na <sub>2</sub> S ที่ใช้ (ml)	2.4	2.2	1.65	2.3	2.1	1.9
2. pH ของผลผสมหลังเติม Na <sub>2</sub> S	9.47	9.57	9.67	9.63	9.60	9.65
3. pH ส่วนใสหลังตกตะกอน 24 ชั่วโมง	9.16	9.24	9.55	9.50	9.53	9.60
4. ความเข้มข้น Hg (mg/l)	0.017	0.021	0.159	0.096	0.143	0.113
5. ความเข้มข้น Cr (mg/l)	0.77	0.84	1.02	0.96	1.02	1.18
6. ปริมาตรตะกอน 24 ชั่วโมง (ml)	95	92	98	95	95	95

หมายเหตุ ใช้ของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี 200 ml

ตารางภาคผนวก ข3 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อปรับเปลี่ยนพีเอชในการ  
ตกตะกอน และใช้ระยะเวลาการกวนช้าต่างกัน

เวลาการกวนช้า (นาที)	50% (w/v) NaOH (ml)*	50%(w/v) Na <sub>2</sub> S (ml)	pH**	ปริมาตรตะกอน (ml)	ลักษณะสมบัติของส่วนใส		
					Hg (mg/l)	Cr (mg/l)	pH
0	111.8	2.15	9.53	85	0.100	0.61	9.03
30	111.8	2.00	9.55	80	0.100	0.59	9.00
60	111.8	2.00	9.55	80	0.090	0.57	9.00
120	111.8	2.00	9.52	80	0.070	0.61	8.88
0	111.8	2.65	9.98	90	0.236	0.63	9.77
30	111.7	2.65	9.98	87	0.193	0.61	9.72
60	111.8	2.65	10.01	87	0.179	0.63	9.72
120	111.9	2.65	10.08	85	0.151	0.57	9.64

หมายเหตุ \* ใช้ 50%(w/v) NaOH 100 ml เพื่อลดความเป็นกรด ในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี 200 ml

\*\* pH หลังเติม 50%(w/v) Na<sub>2</sub>S

ตารางภาคผนวก ข4 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนช้า และการนำ  
ตะกอนมาปั่นกลับ

เวลาการกวนช้า (นาที)	50% (w/v) NaOH (ml)*	50%(w/v) Na <sub>2</sub> S (ml)	pH**	ปริมาตรตะกอน (ml)	ลักษณะสมบัติของส่วน ใส		
					Hg (mg/l)	Cr (mg/l)	pH
0	110.5	1.90	9.62	180	0.041	0.57	9.30
30	110.7	1.85	9.61	168	0.037	0.53	9.17
60	110.6	1.90	9.58	165	0.033	0.59	9.10
120	110.9	1.75	9.60	165	0.031	0.59	9.16

หมายเหตุ \* ใช้ 50%(w/v) NaOH 100 ml เพื่อลดความเป็นกรด ในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี 200 ml

\*\* pH หลังเติม 50%(w/v) Na<sub>2</sub>S

ตารางภาคผนวก ข5 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนซ้ำ และใช้เหล็ก  
เฟอร์ไรท์เป็นสารช่วยตกตะกอน

เหล็ก เฟอร์ไรท์*	เวลากวนซ้ำ (นาที)	50% (w/v) NaOH (ml)**	50%(w/v) Na <sub>2</sub> S (ml)	pH***	ปริมาณ ตะกอน (ml)	ลักษณะสมบัติของสวณไล		
						Hg (mg/l)	Cr (mg/l)	pH
0.1 เท่า	0	110.6	1.85	9.62	85	0.082	0.55	9.36
	30	110.7	1.95	9.62	80	0.077	0.57	9.28
	60	110.8	1.95	9.59	82	0.067	0.55	9.19
	120	110.7	2.00	9.65	80	0.028	0.59	9.18
0.25 เท่า	0	110.6	1.85	9.62	80	0.054	0.24	9.42
	30	110.7	1.95	9.62	83	0.048	0.19	9.26
	60	110.8	2.00	9.59	80	0.034	0.18	9.19
	120	110.6	1.85	9.64	80	0.026	0.18	9.17
	180	110.6	1.90	9.63	80	0.030	0.18	9.35
	240	110.7	1.80	9.63	80	0.034	0.17	9.14
0.5 เท่า	120	110.6	1.85	9.63	70	0.029	0.17	9.17
	180	110.8	1.75	9.65	80	0.023	0.18	9.29
	240	110.7	1.85	9.63	70	0.031	0.17	9.14
1.0 เท่า	120	110.7	2.00	9.63	80	0.057	0.19	9.17
	180	110.6	2.10	9.63	70	0.059	0.19	9.32
	240	110.7	2.05	9.63	65	0.057	0.19	9.13

หมายเหตุ \* เท่าของจำนวนโมลโลหะหนักทั้งหมดในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี

\*\* ใช้ 50%(w/v) NaOH 100 ml เพื่อลดความเป็นกรด ในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี 200 ml

\*\*\* pH หลังเติม 50%(w/v) Na<sub>2</sub>S

ตารางภาคผนวก ข6 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนซ้ำ ใช้เหล็กเฟอร์ไรท์ เป็นสารช่วยตกตะกอน และนำตะกอนมาบ้อนกลับในชั้นกวนซ้ำ

เหล็กเฟอร์ไรท์*	เวลากวนซ้ำ (นาที)	50% (w/v) NaOH (ml)**	50%(w/v) Na <sub>2</sub> S (ml)	pH***	ปริมาณตะกอน (ml)	ลักษณะสมบัติของสไล		
						Hg (mg/l)	Cr (mg/l)	pH
0.25 เท่า	120	110.6	1.95	9.66	150	0.016	0.18	9.10
	180	110.75	2.00	9.67	150	0.020	0.17	9.20
	240	110.8	1.95	9.66	145	0.018	0.17	9.11
0.50 เท่า	120	110.8	1.75	9.67	130	0.017	0.18	9.14
	180	110.6	1.95	9.66	135	0.023	0.18	9.31
	240	110.7	1.95	9.66	130	0.013	0.18	9.18
1.0 เท่า	120	110.9	2.05	9.66	140	0.046	0.18	9.15
	180	110.7	2.05	9.67	130	0.042	0.18	9.06
	240	110.6	2.10	9.65	130	0.042	0.19	9.10

หมายเหตุ \* เท่าของจำนวนโมลโลหะหนักทั้งหมดในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี

\*\* ใช้ 50%(w/v) NaOH 100 ml เพื่อลดความเป็นกรด ในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี 200 ml

\*\*\* pH หลังเติม 50%(w/v) Na<sub>2</sub>S

ตารางภาคผนวก ข7 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์เมื่อเพิ่มการกวนช้า ใช้เหล็กเฟอร์ไรท์ เป็นสารช่วยตกตะกอน และนำตะกอนมาปั่นกลับในชั้นกวนช้า

ครั้งที่นำ ตะกอนกลับ	เหล็ก เฟอร์ไรท์*	50%(w/v)	50%(w/v)	pH***	ปริมาตร ตะกอน (ml)	ลักษณะสมบัติของส่วนใส		
		NaOH (ml)**	Na <sub>2</sub> S (ml)			Hg (mg/l)	Cr (mg/l)	pH
0	0	54.40	0.90	9.62	57	0.031	0.33	8.53
	0.1	54.50	0.70	9.62	48	0.036	0.33	8.50
	0.25	54.45	0.90	9.63	48	0.012	0.32	8.50
	0.5	54.50	0.75	9.62	38	0.018	0.32	8.40
	1.0	54.45	0.95	9.62	38	0.036	0.33	8.70
1	0	54.45	0.95	9.64	90	0.017	0.32	9.14
	0.1	54.40	0.85	9.63	85	0.034	0.31	9.00
	0.25	54.40	0.95	9.62	80	0.016	0.32	9.00
	0.5	54.50	0.85	9.61	70	0.012	0.32	9.05
	1.0	54.45	0.95	9.62	69	0.021	0.33	9.15
2	0	54.40	0.75	9.62	133	0.013	0.32	9.02
	0.1	54.50	0.80	9.62	120	0.010	0.31	8.83
	0.25	54.40	0.85	9.64	115	0.009	0.33	8.85
	0.5	54.40	0.80	9.60	105	0.008	0.34	8.87
	1.0	54.40	1.05	9.61	105	0.024	0.36	8.95
3	0	54.50	0.8	9.61	165	0.011	0.34	8.95
	0.1	54.55	0.85	9.6	152	0.008	0.34	8.77
	0.25	54.60	0.8	9.61	147	0.008	0.35	8.8
	0.5	54.45	0.75	9.61	130	0.006	0.34	8.78
	1.0	54.45	1.00	9.64	131	0.022	0.32	9.06
4	0	54.50	0.90	9.66	200	0.013	0.28	9.00
	0.1	54.50	0.90	9.66	189	0.008	0.24	8.85
	0.25	54.55	0.75	9.61	180	0.007	0.23	8.81
	0.5	54.50	0.70	9.62	170	0.006	0.24	8.91
	1.0	54.50	1.05	9.62	169	0.020	0.27	9.02

หมายเหตุ \* เท่าของจำนวนโมลโลหะหนักทั้งหมดในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี

\*\* ใช้ 50%(w/v) NaOH 50 ml เพื่อลดความเป็นกรด ในของเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดี 100 ml

\*\*\* pH หลังเติม 50%(w/v) Na<sub>2</sub>S

ตารางภาคผนวก ข8 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่พีเอชต่าง ๆ เมื่อเพิ่มการกวนซ้ำ  
ใช้เหล็กเฟอร์ไรท์เป็นสารช่วยตกตะกอน และนำตะกอนมาป้อนกลับในชั้น  
กวนซ้ำ 4 รอบ

ของเสีย	ซ้ำ	ลักษณะสมบัติของส่วนใส		
		Hg (mg/l)	Cr (mg/l)	pH
วิเคราะห์แบบเปิด	1	0.011	0.30	8.88
	2	0.015	0.36	9.02
วิเคราะห์แบบปิด	1	0.004	0.18	8.74
	2	0.004	0.18	8.76

ตารางภาคผนวก ข9 ผลการตกตะกอนเคมีด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่พีเอชต่าง ๆ เมื่อใช้ระบบบำบัด  
แบบต่อเนื่อง

pH		ลักษณะสมบัติของส่วนใส					
		Hg (mg/l)		Cr (mg/l)		pH	
ปฏิกรณ์ 2	ปฏิกรณ์ 3	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2
4	8	0.020	0.031	0.17	0.17	7.3	7.2
4	9	0.030	0.027	0.16	0.17	8.3	8.3
5	8	0.080	0.061	0.17	0.17	7.2	7.2
5	9	0.024	0.020	0.17	0.17	8.3	8.2
6	8	47.0899	46.538	0.69	0.80	6.7	6.8
6	9	3.723	0.839	0.25	0.18	7.8	7.9
6	9.5	0.028	0.029	0.17	0.14	8.7	8.7

ตารางภาคผนวก ข10 การทำงานของระบบบำบัดแบบต่อเนื่อง กรณีใช้สารละลายไฮดรอกไซด์ที่ละลายด้วยน้ำกรองจากกระบวนการเวอร์คอลลิมิต  
ในการตกตะกอน

ครั้งที่	pH/อุณหภูมิ (°C)												สมบัติส่วนต่อ			ปริมาตร ตะกอน (l)	
	ปฏิกรณ์ 2						ปฏิกรณ์						ถัง ตกตะกอน	Hg (mg/l)	Cr (mg/l)		pH
	1 ชม.	1.5 ชม.	2 ชม.	2.5 ชม.	3 ชม.	1 ชม.	1.5 ชม.	2 ชม.	2.5 ชม.	3 ชม.							
1	4.4/31	4.7/31	4.9/31	5.0/31.5	4.8/31.5	8.4/30	8.5/30	8.7/30.5	8.8/30.5	8.6/31	8.7/-	0.254	0.20	8.5	2		
2	4.2/30.5	4.1/30.5	4.4/30.5	4.0/31	4.0/31	9.0/9.5	8.8/30	9.0/30	8.3/30.5	8.2/30.5	8.5/-	0.119	0.22	8.1	2.5		
3	4.0/30	4.1/30.5	4.1/31	4.6/31	3.9/31	8.5/29.5	8.6/30	8.8/30	9.1/30.5	8.7/30.5	8.5/-	0.044	0.20	8.2	2.2		
4	4.4/30	4.2/31	4.2/31.5	4.2/32	4.2/32	8.5/29.5	8.8/30	8.7/31	8.7/31	8.8/31.5	8.6/-	0.038	0.21	8.2	2.25		
5	4.0/31	4.2/31	4.1/31	4.2/31.5	4.1/32	8.7/30.5	8.7/30.5	8.7/30.5	8.9/31	8.8/31	8.6/-	0.013	0.19	8.1	3.0		
6	4.0/32	4.0/32	4.0/32.5	4.0/32	4.0/31.5	8.5/31	8.7/31	8.7/31	8.9/31	9.0/30.5	8.6/-	0.011	0.19	8.1	3.6		
7	4.2/31	3.9/31.5	4.2/31.5	4.0/32	4.1/32	8.9/30.5	8.9/31	9.0/31	8.8/31	9.0/31	8.6/-	0.008	0.18	8.1	4.2		
8	4.1/30	4.2/31	4.0/31	4.2/31	4.3/31.5	8.8/29	9.0/30	8.5/30	8.9/30	9.1/30	8.6/-	0.009	0.19	8.2	4.2		
9	4.0/31	4.0/31.5	4.1/31.5	4.3/32	4.2/32	8.7/30.5	8.9/30.5	8.9/30.5	9.1/31	8.7/31	8.6/-	0.008	0.18	8.1	4.2		
10	4.0/30	4.1/31	4.2/31	4.1/31	4.2/31.5	8.8/29.5	8.8/30.5	9.0/30.5	8.8/30.5	9.0/30.5	8.6/-	0.007	0.18	8.1	4.2		