

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- พีรพงษ์ ทิพชากร. การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำด้วยระบบยูเอเอสบี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2530.
- มันติน ดัชนีกุลเวศม์. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2537.
- มันติน ดัชนีกุลเวศม์. คู่มือการเริ่มเดินระบบและควบคุมโรงบำบัดน้ำเสีย. เอกสารประกอบการบรรยาย โครงการฝึกอบรมการบริหารงานและควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2537. 14-15 กรกฎาคม 2537.
- มันติน ดัชนีกุลเวศม์. การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน. เอกสารประกอบการสอนวิชาการ- บำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)
- มันติน ดัชนีกุลเวศม์. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.
- ไศภา ชินเวชกิจวานิชย์. การลดสีรีแอกทีฟในน้ำเสียภายใต้สภาวะไร้อากาศด้วยระบบยูเอเอสบี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2540.
- อรรณฤทธิ์ รื่นเรืองใจ. บทบาทของสารให้อิเล็กตรอนที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียที่มีเฮไลรีแอกทีฟด้วยระบบ- ไร้ออกซิเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.
- อังสนา สุชะหุด. รีดักชันของสารซัลเฟตในกระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระของน้ำกากส่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.
- อุรธา เศรษฐธีรกิจ และ มันติน ดัชนีกุลเวศม์. การประเมินความคืบหน้าของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์- มีเทน และการบ่งชี้ไดออกไซด์ในถังปฏิกรณ์ไร้อากาศ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 11 : สวสท.'42. กรุงเทพมหานคร. หน้า 105-118. 6 พฤษภาคม 2542.

บทนำองค์ความรู้

- Alphenaar, P.A., Visser, A., and Lettinga, G. "The effect of liquid upward velocity and hydraulic retention time on granulation in UASB reactors treating wastewater with a high sulphate content." Bioresource Technology, Vol.43, 1993: 249-258.
- Barton, L.L., and Tomei, F.A. "Characteristics and activities of Sulfate-Reducing Bacteria." in Sulfate-Reducing Bacteria. (Edited by Barton, L.L..) pp. 1-22. New York: Plenum Press, 1995.
- Brock, T.D., Madigan, M.T. and Hall, R.S. Biology of microorganism. 5th ed. New Jersey : Practice Hall, Englewood cliffs, 1988
- Buisman, C.J.N., Wit, B., and Lettinga, G. "Biotechnological sulphide removal in three polyurethane carrier reactors : stirred reactor, bioreactor and upflow Reactor." Water Research, Vol.24, 1990: 245-251.
- Buisman, C.J.N. and Lettinga, G. "Sulphide removal from anaerobic wastewater treatment effluent of a papermill." Water Research, Vol.24, 1990: 313-319.
- Dvorak, D.H., Hedin, R.S., Edenborn, H.M and McIntire, P.E., "Treatment of metalcontaminated water using bacterial sulfate reduction: results from pilot-scale reactors." Biotechnology and Bioengineering, Vol.40(5), 1992 : 609-616.
- Fang, H.H.P., Liu, Y., and Chen, T. "Effect of sulfate on anaerobic degradation of benzoate in UASB reactors." Environmental Engineering, Vol.123(4), 1997 : 320-328.
- Fauque, G.D., " Ecology of sulfate-reducing bacteria." in Sulfate-Reducing Bacteria. (Edited by Barton, L.L..) pp. 217-235. New York: Plenum Press, 1995.
- Gadre, R.V. "Removal of hydrogen sulphide from biogas by chemoautotrophic fixed-film bioreactor." Biotechnology and Bioengineering, Vol.34, 1989 : 410-414.
- Grundry M.J., Henry J.G. and Prasad D. " Treating electroplating wastewater using an anaerobic filter." 44th Purdue Industrial Waste Conference Proceedings, 1990: 279-285.
- Guptha, A., Flora, J.R.V., Gupta, M., Sayles, G.D., and Suidan, M.T. "Methanogenesis and sulfate reduction in chemostats-I. Kinetic studies and experiments." Water Research, Vol.28(4), 1994: 781-793.

- Harada, H., Uemura, S., and Momonoi, K. "Interaction between sulfate reducing bacteria and methane producing bacteria in UASB reactors fed with low strength wastes containing different levels of sulfate." Water Research. Vol.28(2), 1994 :355-367.
- Hass, C.N. and Polprasert, C. "Biological sulfide prestripping for metal and COD removal." Water Environment Research. Vol.65, 1993 : 645-649.
- Hilton, M.G. and Archer, D.B. "Anaerobic digestion of sulfate-rich molasses wastewater : Inhibition of hydrogensulfide production." Biotechnology and Bioengineering. Vol.31, 1988 : 885-888.
- Isa, Z., Grusenmeyer, S., and Verstraete, W. "Sulfate reduction relative to methane production in high rate anaerobic digestion. : Technical aspects." Applied and Environmental Microbiology. Vol.51(3), 1986a : 572-579.
- Isa, Z., Grusenmeyer, S., and Verstraete, W. "Sulfate reduction relative to methane production in high rate anaerobic digestion: Microbiological aspects." Applied and Environmental Microbiology. Vol.51(3), 1986b : 580-587.
- Koster, I.W., Rinzema, A. De Vegt, A.L. and Lettinga, G. "Sulfide inhibition of the methanogenesis activity of granular sludge at various pH-levels." Water Research. Vol.20(12), 1986 :1561-1567.
- Lettinga, G. and Hulshoff, L.W., "UASB process design for various type of wastewaters." in Design of Anaerobic Processes for the Treatment of Industrial and Municipal Wastes. (edited by Malina, J.F. and Pohland, F.G.), pp.119-146. Pennsylvania: Technomic Publishing Co.,Inc.,Lancaster, 1992.
- Liu, Y. and Fang, H.H.P "Precipitates in anaerobic granules treating sulphate-bearing wastewater." Water Research. Vol.32(9), 1998 :2627-2632.
- Metcalf and Eddy, Inc. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. McGraw-Hill Series in Water Resource and Environmental Engineering. New York: McGraw-Hill Book Co.,1991
- McCartney, D.M. and Oleszkiewicz, J.A., "Competition between methanogens and sulfate reducers: effects of COD: sulfate ratio and acclimation." Water Environmental Research. Vol.65,1993: 655-664.
- McCartney, D.M., Marstaller, T., Heinrichs, D.M., and Oleszkiewicz, J.A. "Sulfide inhibition of propionate utilization in anaerobic treatment of lactate and acetate." 44th Purdue Industrial Waste Conference Proceedings. 1990 : 265-270.

- Mizuno, O., Li, Y.Y., and Noike, T. "Effects of sulfate concentration and sludge retention time on interaction between methane production and sulfate reduction for butyrate." Water Science & Technology. Vol.30(8), 1994 :45-54.
- Mosey, E.E. "New Developments in the Anaerobic Treatment of Industrial Wastes." Wat.Pollut.Control. 1982: 540 -552.
- Pohland, F.G. "Anaerobic treatment : fundamental concepts, applications, and new horizons." in Design of Anaerobic Processes for the Treatment of Industrial and Municipal Wastes. (edited by Malina, J.F. and Pohland, F.G.), pp.1-40. Pennsylvania: Technomic Publishing Co.,Inc., Lancaster, 1992.
- Pohland,F.G. and Suidan, M.T. "Prediction of pH stability in biological treatment systems." in Chemistry of Wastewater Technology. (Editted by Rubin, A.J.) Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1987 : 441-463.
- Reis, M.A.M., Zlemos, P.C., Almeida, J.S., and Carrondo, M.J.T. "Effect of hydrogen sulfide on growth of sulfate reducing bacteria." Biotechnology and Bioengineering. Vol.40, 1992 :593-600.
- Sawyer, C.N., and McCarty, P.L. Chemistry for Sanitary Engineers. McGraw-Hill Book, 1967.
- Snoeyink, V.L., and Jenkins, D., "Water Chemistry." New York : John Wiley & Sons., 1980.
- Stafford, D.A., Hawkes, D.L.,and Horton, R. Methane production from waste organic matter. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc., 1980.
- Sublette,K.L. and Sylvester, N.D. " Oxidation of hydrogen sulfide by mixed cultures of *Thiobacillus denitrificans* and heterotrophs." Biotechnology and Bioengineering. Vol.24, 1987 : 759-761.
- Tanimato, Y., Tasaki, M., Okamura,K., Yamakuchi, M., and Minami, K. "Screening growth inhibitors of sulfate reducing bacteria and their effects on methane fermentation." Journal of Fermentation and Bioengineering. Vol 68, 1989 : 353-359.
- Uberoi, V., and Bhattacharya, S.K. "Interactions among sulfate reducers, acetogen, and methanogens in anaerobic propionate systems." Water Environment Research.Vol 67(3), 1995 : 330-339
- Visser, A. "Anaerobic treatment of sulfate containing wastewaters." International Training Course on Anaerobic and Low Cost Treatment of Wastewater and Wastes, 10-21 October 1994, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand

- Visser, A., Alphenaar, P.A., Gao, Y., van Rossum, G., and Lettinga, G. "Granulation and immobilisation of methanogenic and sulfate-reducing bacteria in high-rate anaerobic reactors." Applied and Environmental Microbiology, Vol.40, 1993 : 575-581.
- Widdel, E. "Microbiology and ecology of sulfate and sulfur-reducing bacteria." in Biology of Anaerobic Microorganisms. (Edited by Zehnder, A.J.B.), pp 469-585. Newyork: John Wiley&Sons, Inc., 1988.
- Wijaya S., Henderson W.D., Bewtran J.K. and Biswas N. "Optimization of dissolved heavy metals removal using sulfate reducing bacteria." 48th Purdue Industrial Waste Conference Proceedings, 1993 : 469-491.
- Yoda, M., Kitagawa, M., and Miyaji, Y. "Long term competition between sulfate-reducing bacteria and methane-producing bacteria for acetate in anaerobic biofilm." Water Research, Vol.21(2), 1987 : 1547-1556.
- Zeikus, J.G. "Microbial population in digesters." in Proceedings of the first international symposium of anaerobic digestion. (Edited by D.A. Stafford et. al.) London: Applied Science, 1979.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
ผลการทดลองของถังปฏิกรณ์ที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก-1 (ช่วงของแผนการทดลองเดิม ซีโอดี 1600 มก./ล. ข้อที่ 400 มก./ล.)

ลำดับ No	วันที่	GAS		Temp (°C)		ORP (mV)	TDS (mg/L)		Cond (µmhos/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)				
		V (lit)	Flow (l/hr)	In	Out		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
1	3-Aug-98			29.9	30.7	-354					8.10	6.54	570	1010	150	345			1531	270	111	61.2	49.3
2	4-Aug-98																						
3	5-Aug-98			29.6	30.5	-355					8.09	6.61	580	1030	150	320	378						
4	6-Aug-98																						
5	7-Aug-98																						
6	8-Aug-98			29.9	30.0	-354					8.12	6.61	570	1110	150	345							
7	9-Aug-98			30.1	30.4	-348					7.94	6.58	580	1030	150	325							
8	10-Aug-98																						
9	11-Aug-98																						
10	12-Aug-98																						
11	13-Aug-98									2150	2110	8.21	6.52	575	1180	160	355	430	41.2	87			
12	14-Aug-98			27.9	28.1	-367																	
13	15-Aug-98																						
14	16-Aug-98																						
15	17-Aug-98																						
16	18-Aug-98																						
17	19-Aug-98																						
18	20-Aug-98																						
19	21-Aug-98																						
20	22-Aug-98																						
21	23-Aug-98																						
22	24-Aug-98																						
23	25-Aug-98																						
24	26-Aug-98					-375														1597			
25	27-Aug-98																						
26	28-Aug-98																						
27	29-Aug-98																						
28	30-Aug-98																						
29	31-Aug-98									1985	2020												
30	1-Sep-98																						

หมายเหตุ
 GAS V1 - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกเก็บไว้
 V2 - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกปล่อยทิ้ง

Sulfide
 SW - ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)
 GAS - ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในชุดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

COD In - ความเข้มข้นของซีโอดี (mg/l)
 O1 - ความเข้มข้นของซีโอดีในชุดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นของซีโอดีในชุดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นของซีโอดีในชุดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นของซีโอดีในชุดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (mg/l)

ตาราง ก-2 (แผนการทดลองตาม ซีไอที 1600 มก./ด. ซัลเฟต 400 มก./ด. แต่เกิดปัญหา จั่นตะกอนตกทั่ว จึงลดความเข้มข้นเกลือซีไอที 400 มก./ด. ซัลเฟต 100 มก./ด.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP	TDS(mg/D)		Cond(micromhos/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/D)		Sulfit (mg/D)		COD (mg/D)				
		V1(ml)	T1(oC)	V2(ml)	T2(oC)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O2	O3	SS			
31	2-Sep-98																										
32	3-Sep-98																					82					
33	4-Sep-98																		387	66.0	84		1607	279	94	34.5	59.5
34	5-Sep-98																										
35	6-Sep-98																										
36	7-Sep-98																										
37	8-Sep-98																										
38	9-Sep-98																										
39	10-Sep-98																										
40	11-Sep-98																										
41	12-Sep-98																										
42	13-Sep-98																										
43	14-Sep-98																										
44	15-Sep-98																										
45	16-Sep-98																										
46	17-Sep-98							-342			1156	1246															
47	18-Sep-98																										
48	19-Sep-98																										
49	20-Sep-98							-341			1181	1165															
50	21-Sep-98																										
51	22-Sep-98	1170									1210	1230	8.15														
52	23-Sep-98																										
53	24-Sep-98																										
54	25-Sep-98																										
55	26-Sep-98																										
56	27-Sep-98																										
57	28-Sep-98										1185	1210	6.42														

หมายเหตุ

Sulfide

COD In - ความเข้มข้นซีไอทีน้ำเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซออกแก๊สCO2 ที่อุณหภูมิ T1

out - ความเข้มข้นซีไอทีน้ำออก (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีไอทีน้ำออกทั้งหมดรวมซีไอที (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีไอทีน้ำออกละลายได้ซีไอที (mg/l)

V2 - ปริมาตรก๊าซออกแก๊สCO2 ที่อุณหภูมิ T2

GAS - ความเข้มข้นซีไอทีในชุดคอกก๊าซไฮโดรเจนซีไอที (mg/l)

O2 - ความเข้มข้นซีไอทีน้ำออกทั้งหมดได้ซีไอที (mg/l)

SS - ความเข้มข้นซีไอทีน้ำออกที่รวมแข็งแขวนลอย (mg/l)

ตาราง ก-5

(ช่วงพยายามเพิ่มความเข้มข้นจัดฟัด)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(microhm/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		SS(mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(ml)	T1(oC)	V2(ml)	T2(oC)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O1	O2	O3	Out		
118	28-Nov-98					29.8	30.1						7.63	6.54	225	380	80	160	148	10.0							
119	29-Nov-98																		181	15.0							
120	30-Nov-98																										
121	1-Dec-98																										
122	2-Dec-98					29.4	29.8						8.11	6.71	205	450	85	165	200	24.0	55						
123	3-Dec-98																										
124	4-Dec-98																										
125	5-Dec-98																										
126	6-Dec-98																										
127	7-Dec-98					30.7	35.0						7.94	6.65	245	465	75	165	235	45.0							
128	8-Dec-98																										
129	9-Dec-98																		280	64.0							
130	10-Dec-98																										
131	11-Dec-98																										
132	12-Dec-98																										
133	13-Dec-98					25.8	28.0						7.96	6.67					344	87.0							
134	14-Dec-98																										
135	15-Dec-98																										
136	16-Dec-98																										
137	17-Dec-98																										
138	18-Dec-98					25.6	29.2						8.06	6.67					323	148.0							
139	19-Dec-98																										
140	20-Dec-98																										
141	21-Dec-98																		354	111.0	69						
142	22-Dec-98																										
143	23-Dec-98																										
144	24-Dec-98					29.7	32.8						7.91	6.70	230	525	80	165	355	59.0							
145	25-Dec-98																										
146	26-Dec-98																										
147	27-Dec-98																										

หมายเหตุ

Substrate

COD Ia - ความเข้มข้นซีไอได้น้ำเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซที่ผลิต CO2 ที่จุดหมุน T1
V2 - ปริมาตรก๊าซที่ผลิต CO2 ที่จุดหมุน T2

out - ความเข้มข้นซีไอได้น้ำออก (mg/l)
GAS - ความเข้มข้นซีไอได้น้ำออกที่ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีไอได้น้ำออกทั้งหมดรวมซีไอได้น้ำ (mg/l)
O2 - ความเข้มข้นซีไอได้น้ำออกทั้งหมดไม่รวมซีไอได้น้ำ (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีไอได้น้ำออกเฉพาะซีไอได้น้ำ (mg/l)
SS - ความเข้มข้นซีไอได้น้ำออกที่รวมปริมาณของแข็งแขวนลอย (mg/l)

ตาราง ก-6 (ช่วงพยายามเพิ่มความเข้มข้นจัดฟัด)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP (mV)	TDS(mg/l)		Cond(microsiemen/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfate (mg/l)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(ml)	T1(oC)	V2(ml)	T2(oC)	In	Out		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O1	O2	O3	GO	
148	28-Dec-98					30.0	33.0							7.95	6.64	235	500	75	175	360	82.0	71						
149	29-Dec-98																											
150	30-Dec-98																											
151	31-Dec-98					28.9	32.8							8.01	6.53	235	455	75	160	314	106.0							
152	1-Jan-99																											
153	2-Jan-99																											
154	3-Jan-99					28.0	31.5							7.70	6.57	230	515	70	165	319	60.0	71						
155	4-Jan-99																											
156	5-Jan-99																											
157	6-Jan-99					26.8	28.3							7.85	6.58	235	495	75	160	315	78.0	67	411		20	15.0		
158	7-Jan-99																											
159	8-Jan-99																											
160	9-Jan-99					26.8	28.3							7.70	6.57	230	460	60	170									
161	10-Jan-99																											
162	11-Jan-99																											
163	12-Jan-99																											
164	13-Jan-99																											
165	14-Jan-99					27.1	28.5							7.97	6.58	230	460	60	170	382	151.0							
166	15-Jan-99																											
167	16-Jan-99					29.4	30.0							8.11	6.52	230	520	65	155	362	98.0							
168	17-Jan-99																											
169	18-Jan-99																											
170	19-Jan-99																											
171	20-Jan-99					29.0	31.4							7.96	6.59	235	490	85	175	348	92.0							
172	21-Jan-99																		223	16.7	59	407		28	12.4	15.6		
173	22-Jan-99																											
174	23-Jan-99																											
175	24-Jan-99																											

หมายเหตุ

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซออกซิเจนที่จุดหมุน T1
V2 - ปริมาตรก๊าซออกซิเจนที่จุดหมุน T2

Sulfide

out - ความเข้มข้นจัดฟัดที่น้ำออก (mg/l)
GAS - ความเข้มข้นจัดฟัดในชุดถังก๊าซไฮโดรเจนจัดฟัด (mg/l)

COD In - ความเข้มข้นจัดฟัดน้ำเข้า (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นจัดฟัดน้ำออกทั้งหมดรวมจัดฟัด (mg/l)
O2 - ความเข้มข้นจัดฟัดน้ำออกทั้งหมดจัดฟัด (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นจัดฟัดน้ำออกขณะถ่ายน้ำจัดฟัด (mg/l)
SS - ความเข้มข้นจัดฟัดน้ำออกก่อนเข้ขบวนการ (mg/l)

ตาราง ก-7 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอดี 400 มก./ล. ซัตกาศ 200 มก./ล.)

ลำดับ เลข	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP	TDS(mg/l)		COD (intermittent)		pH		AR (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		SMB (mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(m)	T1(°C)	V2(m)	T2(°C)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O1	O2	O3	Out		
176	25-Jan-99	62	31.4			29.9	31.4	-358	1248	892	1455	1490	7.90	6.97	305	525	105	160	219	22.4	57	8.7	433	32	25.3	7.1	
177	26-Jan-99																										
178	27-Jan-99	660	26.8			25.7	26.8	-345	1152	766	1480	1450	8.15	6.99	295	495	90	165	201	20.2	52	6.2	398	19	14.5	4.3	
179	28-Jan-99																										
180	29-Jan-99																										
181	30-Jan-99																										
182	31-Jan-99	720	30.4			29.7	30.4	-328			1420	1470	8.02	6.91	340	540	115	180	220	24.5	59	8.9	455	35	25.4	9.6	
183	1-Feb-99																										
184	2-Feb-99	680	30.3			29.8	30.3	-336	1058	704	1490	1495	7.94	6.87	320	540	100	160	200	8.6	55	7.7	384	21	12.6	8.2	
185	3-Feb-99																										
186	4-Feb-99																										
187	5-Feb-99	660	26.7			25.7	26.7	-341	1206	826	1510	1495	8.11	6.89	320	545	105	165	197	17.6	54	7.8	419	20	14.6	5.4	
188	6-Feb-99																										
189	7-Feb-99	640	29.5			28.3	29.5	-356			1430	1450	7.82	6.81	315	550	115	150	209	23.4	55	8.3	425	21	16.3	4.8	
190	8-Feb-99																										
191	9-Feb-99																										
192	10-Feb-99																										
193	11-Feb-99																										
194	12-Feb-99																										
195	13-Feb-99																										
196	14-Feb-99																										
197	15-Feb-99																										
198	16-Feb-99																										
199	17-Feb-99																										
200	18-Feb-99																										
201	19-Feb-99																										
202	20-Feb-99																										
203	21-Feb-99																										
204	22-Feb-99																										
205	23-Feb-99																										

หมายเหตุ

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซออกซิเจนที่อุณหภูมิ T1
 V2 - ปริมาตรก๊าซออกซิเจนที่อุณหภูมิ T2

Sulfide

out - ความเข้มข้นซัลไฟด์ที่ออก (mg/l)
 GAS - ความเข้มข้นซัลไฟด์ในชุดคอกก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

COD In - ความเข้มข้นซีโอดีที่เข้า (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีโอดีที่ออกทั้งหมดรวมซัลไฟด์ (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีโอดีที่ออกทั้งหมดไม่รวมซัลไฟด์ (mg/l)

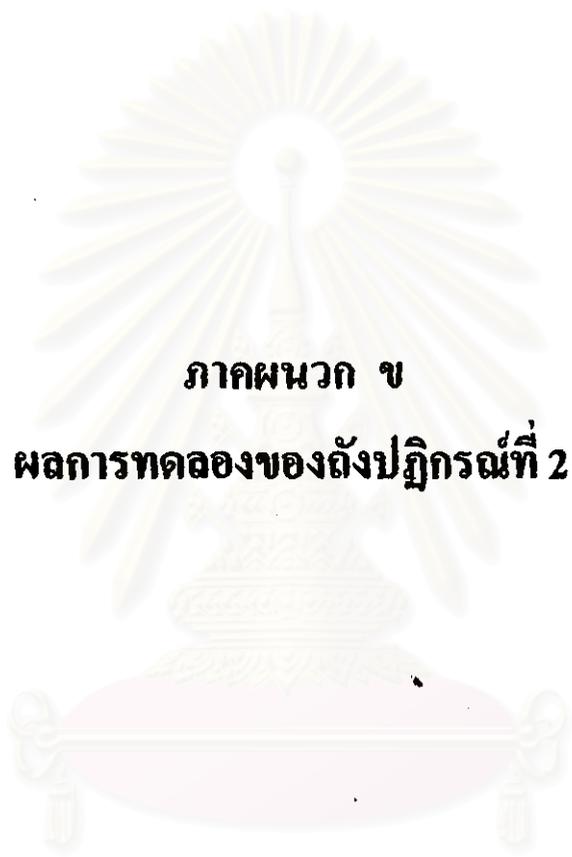
O3 - ความเข้มข้นซีโอดีที่ออกที่ละลายในน้ำ (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีโอดีที่ออกที่รวมแข็งแขวนลอย (mg/l)

ตาราง ก-9 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอดี 400 มก./ล. จักรเย็บ 100 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(mhos/cm/cm)		pH		AR (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Influent (mg/l)		Effluent (mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(mg)	T1(°C)	V2(mg)	T2(°C)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
220	10-Mar-99	820	29.8	790	29.8	30.5	31.8	-353	1116	800	1280	1295	7.96	6.84	320	435	110	140	108	14.9	25	4.9	405		31	17.5	13.3
221	11-Mar-99																										
222	12-Mar-99																										
223	13-Mar-99																										
224	14-Mar-99																										
225	15-Mar-99	800	30.3	780	30.2	30.5	31.1	-322	1082	768	1255	1260	8.01	6.82	320	450	105	150	111	9.2	29	4.9	421		38	19.8	18.4
226	16-Mar-99																										
227	17-Mar-99	720	30.2	700	30.1	30.6	31.5	-358	1258	854	1290	1295	8.00	6.78	315	435	100	150	98	13.9	26	3.9	399		29	14.8	14.3
228	18-Mar-99					29.6	30.0						8.09	6.81	335	470	110	135	118	17.4	31						
229	19-Mar-99	840	30.0	820	29.9	30.1	30.7	-313	1126	806	1285	1290	7.94	6.78	330	460	110	155	109	9.4	30	5.0	405		26	9.8	16.6
230	20-Mar-99																										
231	21-Mar-99																										
232	22-Mar-99	790	29.0	770	28.9	29.2	29.4	-336	1068	822	1270	1260	7.87	6.80	305	420	95	135	89	12.6	25	3.2	383		25	14.6	10.7
233	23-Mar-99																										
234	24-Mar-99					29.1	29.7						8.05	6.75	320	445	105	140	96	8.4	29						
235	25-Mar-99	810	30.1	780	29.8	30.8	31.4	-362			1290	1285	7.92	6.79	320	450	110	155	110	15.7	28	4.5	412		30	15.7	14.4
236	26-Mar-99	770	29.7	750	29.5	29.8	30.8	-321	1100	782			7.89	6.80	310	435	100	135	107	15.1	28	3.5					
237	27-Mar-99	920	30.0	880	29.8	30.5	31.2	-360			1305	1305	7.94	6.74	310	445	95	160	116	16.9	30	5.1	410		35	20.6	14.6
238	28-Mar-99																										
239	29-Mar-99	820	29.7	790	29.6	30.3	30.6	-302	1092	788	1280	1290	7.99	6.75	315	440	100	145	103	17.1	29	5.1	395		29	14.2	15.2
240	30-Mar-99																										
241	31-Mar-99	750	28.5	730	28.4	29.0	29.6	-352	1106	792	1275	1275	8.05	6.78	315	440	105	130	104	16.4	28	4.4	408		34	19.4	14.6
AVG		884	29.7	779	28.8	30.8	30.7	-338	1118	802	1281	1284	7.99	6.79	318	441	104	141	104	13.9	28	4.5	404		31	16.1	14.2
SD		54	0.6	49.1	0.6	0.6	0.8	22	32	22	14	14	0.07	0.01	8	12	8	18	8	3.1	2	0.2	11		4	3.4	2.1
σ		18	18	18	18	12	12	18	8	8	2	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	2	2	2	2	2

หมายเหตุ ข้อมูลที่หาเฉพาะลำดับวันที่ 230-241

หมายเหตุ
 GAS V1 - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ T1
 V2 - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ T2
 Solids
 COD In - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า (mg/l)
 O1 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอดี (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมดยกเว้นซีโอดี (mg/l)
 O3 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกเฉพาะไฮดรอกซีซีโอดี (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกรูปของแข็งแขวนลอย (mg/l)



ภาคผนวก ข
ผลการทดลองของถังปฏิกรณ์ที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-1 (แผนการทดลองเดิม ซีโอดี 1200 มก./ม. ซัณฑ์ 300 มก./ม.)

จำนวนวัน	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP (mV)	TDS (mg/l)		Cond (microsiemen/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Solids (mg/l)		Sulphate (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(ml)	T1(°C)	V2(ml)	T2(°C)	In	Out		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Ts	DS	DS	DS	DS	DS				
1	3-Aug-98		29.9			29.9	31.0	-358					8.03	6.47	450	780	120	280	311		70		1197	218	96	30.0	66.0	
2	4-Aug-98																											
3	5-Aug-98		29.3			29.3	30.6	-360					8.02	6.55	450	770	120	280	307									
4	6-Aug-98																											
5	7-Aug-98																											
6	8-Aug-98		30.0			30.0	30.2	-354					8.04	6.52	435	780	120	280										
7	9-Aug-98		30.1			30.1	30.4	-362					7.89	6.51	450	770	120	280										
8	10-Aug-98																											
9	11-Aug-98																											
10	12-Aug-98																											
11	13-Aug-98	2420	28.1			28.1	28.3	-375			1752	1723	8.29	6.51	460	770	130	285	345	15.4	60							
12	14-Aug-98																											
13	15-Aug-98																											
14	16-Aug-98																											
15	17-Aug-98																											
16	18-Aug-98																											
17	19-Aug-98																											
18	20-Aug-98																											
19	21-Aug-98																											
20	22-Aug-98																											
21	23-Aug-98																											
22	24-Aug-98																											
23	25-Aug-98																											
24	26-Aug-98							-376																				
25	27-Aug-98																											
26	28-Aug-98																											
27	29-Aug-98																											
28	30-Aug-98																											
29	31-Aug-98							-377			1540	1586																
30	1-Sep-98																											

หมายเหตุ

Sulphide

COD In - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซของน้ำ CO2 ที่อุณหภูมิ T1
V2 - ปริมาตรก๊าซของน้ำ CO2 ที่อุณหภูมิ T2

OH - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออก (mg/l)
GAS - ความเข้มข้นซีโอดีในชุดดักก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอดี (mg/l)
O2 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมดไม่รวมซีโอดี (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกที่ละลายได้ซีโอดี (mg/l)
SS - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกที่รวมทั้งหมด (mg/l)

ตาราง ข-2 (แผนการทดลองเดิม ความเข้มข้นเชื้อซีโอดี 1200 มก./ล. จัลดไฟ 300 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(microsiemen/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)						
		V1(ml)	T1(°C)	V2(ml)	T2(°C)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	O1	O2	O3	SO			
31	2-Sep-98																										
32	3-Sep-98																										
33	4-Sep-98																		298	23.3	61		1157	223	77	34.6	42.4
34	5-Sep-98																										
35	6-Sep-98																										
36	7-Sep-98																										
37	8-Sep-98																										
38	9-Sep-98																										
39	10-Sep-98																										
40	11-Sep-98																										
41	12-Sep-98																										
42	13-Sep-98																										
43	14-Sep-98																										
44	15-Sep-98																										
45	16-Sep-98																										
46	17-Sep-98							-344			1604		1614														
47	18-Sep-98																										
48	19-Sep-98																										
49	20-Sep-98							-349			1633		1555														
50	21-Sep-98																										
51	22-Sep-98	2290	28.2								1720		1675	8.69													
52	23-Sep-98																										
53	24-Sep-98																										
54	25-Sep-98																										
55	26-Sep-98																										
56	27-Sep-98																										
57	28-Sep-98	3020									1720		1675	6.65													
58	29-Sep-98	3060	28.7								1630		1650	8.05	6.45												
59	30-Sep-98	2790	28.6								1669		1640	8.07													
60	1-Oct-98																										

หมายเหตุ

Sulfide

COD In = ความเข้มข้นซีโอดีนำเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซที่ออกนอก CO2 ที่จุดหมุน T1

out = ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออก (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอดี (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกละลายน้ำซีโอดี (mg/l)

V2 - ปริมาตรก๊าซที่ออกนอก CO2 ที่จุดหมุน T2

GAS = ความเข้มข้นซีโอดีในจุดพักก๊าซไฮโดรเจนซีโอดี (mg/l)

O2 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมดได้ซีโอดี (mg/l)

SS - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกรูปของแข็งรวมออก (mg/l)

ตาราง ข-3 (แผนการทดลองเดิม ความเข้มข้นกรดซัลฟิวริก 1200 มก./ล. ซัลเฟต 300 มก./ล.)

วันที่	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP	TDS (mg/l)		Cond (µS/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VEA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		Total S (mg/l)		COD (mg/l)									
		V1(ml)	T1(°C)	V2(ml)	T2(°C)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	GAS	Ta	O1	O2	O3	Ga						
61	2-Oct-98																															
62	3-Oct-98																															
63	4-Oct-98																															
64	5-Oct-98	3660	29.4			29.4	29.7				1709	1742	8.21	6.48	475	840	125	355	295	0.5	82				1137	415	240	27.6	212.4			
65	6-Oct-98		30.2			30.2	30.6						8.12	6.62	480	850	135	315	311	0.5												
66	7-Oct-98	3010	29.6			29.6	29.7						1742	8.09	6.47	480	850	135	360	311	11.6	82				1271	306	145	30.0	115.0		
67	8-Oct-98		29.4			29.4	28.2				1680	1713	7.75	6.41	470	825	140	335	323	6.7	81											
68	9-Oct-98		30.2			30.2	30.4							7.98	6.49	475	840	125	355							1153	270	121	34.1	86.9		
69	10-Oct-98																															
70	11-Oct-98																															
71	12-Oct-98																															
72	13-Oct-98																															
73	14-Oct-98																															
74	15-Oct-98																															
75	16-Oct-98																															
76	17-Oct-98																															
77	18-Oct-98																															
78	19-Oct-98																															
79	20-Oct-98																															
80	21-Oct-98		29.5			29.5	29.7	-354						7.91	6.49	480	850	135	315													
81	22-Oct-98		29.8			29.8	30.0	-342						8.05	6.50	480	855	135	360													
82	23-Oct-98	3000	30.1			30.1	30.3							8.23	6.52	470	825	140	335	327	10.4											
83	24-Oct-98	2980	29.9			29.9	29.8							7.88	6.50	480	795	125	315	342	14.0	77				1227						
84	25-Oct-98																															
85	26-Oct-98						30.8	-336					1623	0.00	6.45		780		360		20.1	78				1317	253	101	36.2	64.8		
86	27-Oct-98	3100	29.3			29.3	29.1	-336			1603	1616	8.25	6.47	460	790	130	340	318	23.7	79					1163	301	173	26.4	146.6		
87	28-Oct-98																															
88	29-Oct-98																															
89	30-Oct-98																															
90	31-Oct-98																															

หมายเหตุ

GAS V1 - ปริมาตรอากาศก่อนที่ CO2 ที่อุณหภูมิ T1
 V2 - ปริมาตรอากาศหลังที่ CO2 ที่อุณหภูมิ T2

Sulfide

out - ความเข้มข้นซัลไฟด์ที่ออก (mg/l)
 GAS - ความเข้มข้นซัลไฟด์ในชุดตัวทำละลายโคโรนาซัลไฟด์ (mg/l)

COD Ia - ความเข้มข้นซีโอดีเป็นค่า (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีโอดีที่นำออกทั้งหมดรวมซัลไฟด์ (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีโอดีที่นำออกทั้งหมดไม่ซัลไฟด์ (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีโอดีที่นำออกขณะไม่ซัลไฟด์ (mg/l)

SS - ความเข้มข้นซีโอดีที่นำออกของแข็งรวม (mg/l)

ตาราง ๑-5 (ช่วงพยายามเพิ่มความเข้มข้นขี้ด)

วันที่	วัน	GAS				Temp (°C)		ORP (mV)	TDS (mg/l)		Conductivity (µm/cm)		pH		AK (mg/l as CaCO3)		TA (mg/l as CaCO3)		Inlet (mg/l)		Outlet (mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(m3)	T1(L)	V2(m3)	T2(L)	In	Out		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
118	28-Nov-98	2850				29.7	30.2						7.87	6.61	470	935	135	355	484	22.6							
119	29-Nov-98																		604	120.0							
120	30-Nov-98																										
121	1-Dec-98																										
122	2-Dec-98					29.3	29.7						8.01	6.58	470	900	145	345	908	430.0	153						
123	3-Dec-98																										
124	4-Dec-98																										
125	5-Dec-98																										
126	6-Dec-98																										
127	7-Dec-98					30.7	34.0						8.04	6.62	475	990	145	390	826	360.0							
128	8-Dec-98																										
129	9-Dec-98																		902	351.0							
130	10-Dec-98																										
131	11-Dec-98																										
132	12-Dec-98																										
133	13-Dec-98					25.8	29.7						7.92	6.59					933	380.0							
134	14-Dec-98																										
135	15-Dec-98																										
136	16-Dec-98																										
137	17-Dec-98																										
138	18-Dec-98					25.7	29.2						7.94	6.56					922	432.0							
139	19-Dec-98																										
140	20-Dec-98																										
141	21-Dec-98																		920	333.0	163						
142	22-Dec-98																										
143	23-Dec-98																										
144	24-Dec-98					29.7	33.8						7.99	6.59	475	990	135	385	848	288.0							
145	25-Dec-98																										
146	26-Dec-98																										
147	27-Dec-98																										

หมายเหตุ

SubSide

COD In - ความเข้มข้นขี้ดน้ำเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาณก๊าซที่ออกนอก CO2 ที่จุดหมุน T1
 V2 - ปริมาณก๊าซที่ออกนอก CO2 ที่จุดหมุน T2

out - ความเข้มข้นขี้ดน้ำออก (mg/l)
 GAS - ความเข้มข้นขี้ดน้ำในจุดวัดก๊าซไอโคโรเจนขี้ด (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นขี้ดน้ำออกทั้งหมดรวมขี้ดไฟฟ้ (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นขี้ดน้ำออกทั้งหมดขี้ดไฟฟ้ (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นขี้ดน้ำออกนอกถายขี้ดไฟฟ้ (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นขี้ดน้ำออกที่ปรากฏเป็นจำนวน mg/l

ตาราง ๗-7 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอซี 1200 มก./ล. จักรพัก 600 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(microsm/cm)		pH		ALK (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		Sulfate (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(ml)	T1(oC)	V2(ml)	T2(oC)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	SS	In	O1	O2	O3	(ml)	
176	25-Jan-99	2340	29.3			29.3	30.2	-382	3380	2228	3570	3585	8.00	7.01	830	1560	270	470	645	40.5	177	124.8	123			84	37.0	47.3
177	26-Jan-99																											
178	27-Jan-99	2360	29.8			29.8	30.3	-359	3302	2220	3585	3590	8.18	6.92	885	1560	280	505	590	19.2	167	119.0	1211			70	25.8	44.6
179	28-Jan-99																											
180	29-Jan-99																											
181	30-Jan-99																											
182	31-Jan-99	2120	29.6			29.6	30.5	-353			3620	3605	8.09	6.89	830	1460	285	415	585	31.9	167	116.9						
183	1-Feb-99																											
184	2-Feb-99	2080	30.1			30.1	30.4	-374	3330	2154	3590	3580	7.96	6.94	845	1500	275	450	592	24.6	159	108.1	1240			72	18.3	53.8
185	3-Feb-99																											
186	4-Feb-99																											
187	5-Feb-99	2160	29.9			29.9	30.7	-351	3220	2198	3560	3580	7.97	6.88	845	1535	275	445	618	38.0	165	120.0	1201			66	16.2	49.3
188	6-Feb-99																											
189	7-Feb-99	2180	30.5			30.5	31.1	-333			3570	3590	8.19	6.79	890	1485	295	465	654	40.2	183	138.9						
190	8-Feb-99																											
191	9-Feb-99																											
192	10-Feb-99																											
193	11-Feb-99																											
194	12-Feb-99																											
195	13-Feb-99																											
196	14-Feb-99																											
197	15-Feb-99																											
198	16-Feb-99																											
199	17-Feb-99																											
200	18-Feb-99																											
201	19-Feb-99																											
202	20-Feb-99																											
203	21-Feb-99																											
204	22-Feb-99																											
205	23-Feb-99																											

หมายเหตุ

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซก่อนเกิด CO2 ที่อุณหภูมิ T1
 V2 - ปริมาตรก๊าซหลังเกิด CO2 ที่อุณหภูมิ T2

Sulfide

out - ความเข้มข้นซัลไฟด์น้ำออก (mg/l)
 GAS - ความเข้มข้นซัลไฟด์ในชุดกักก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

COD Ia - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำเข้า (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกทั้งหมดรวมซัลไฟด์ (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกทั้งหมดไฮซัลไฟด์ (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกกระจายไฮซัลไฟด์ (mg/l)

SS - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกรวมแข็งแขวนลอย (mg/l)

ตาราง ๗-9 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอซี 1000 มก./ล. ซักดัก 500 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP (mV)	TDS (mg/l)		Conductivity (µm/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Solids (mg/l)		Influent (mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(m3)	T1(°C)	V2(m3)	T2(°C)	In	Out		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GLS	In	O1	O2	O3	(m)
220	10-Mar-99	1900	29.9	1760	29.8	30.4	31.6	-368	2762	1816	3075	3090	8.06	6.85	695	1255	220	375	523	28.7	135	86.1	987		59	19.8	39.0
221	11-Mar-99																										
222	12-Mar-99																										
223	13-Mar-99																										
224	14-Mar-99																										
225	15-Mar-99	1820	29.5	1620	29.4	30.1	30.4	-376	2896	1900	3090	3085	8.07	6.88	750	1280	240	390	520	29.2	127	79.6	1036		66	24.9	41.5
226	16-Mar-99																										
227	17-Mar-99	1960	29.8	1800	29.7	29.8	30.8	-350	2988	1974	3040	3060	8.11	6.94	755	1370	240	415	508	21.8	144	96.7	1160		90	49.4	40.2
228	18-Mar-99					29.8	29.9						7.97	6.82	750	1205	230	360									
229	19-Mar-99	1800	29.9	1660	29.8	30.2	30.9	-349	2686	1778	3060	3080	7.70	6.79	685	1225	245	370	491	16.3	126	77.3	967		63	25.2	38.1
230	20-Mar-99																										
231	21-Mar-99																										
232	22-Mar-99	1840	29.1	1700	28.9	29.2	29.4	-363	2786	1808	3055	3045	8.02	6.77	685	1240	225	395	520	24.5	132	83.2	1036		70	35.0	35.2
233	23-Mar-99																										
234	24-Mar-99					29.0	29.6						7.92	6.81	725	1305	245	405	511	26.1	140						
235	25-Mar-99	1760	30.5	1620	30.3	30.8	31.4	-347			3030	3045	7.89	6.84	710	1135	225	355	502	18.4	132	80.5					
236	26-Mar-99	1840	30.6	1680	30.4	31.6	32.1	-367	2888	1922			8.01	6.85	745	1330	235	415	509	24.5	137	84.3	1058		79	29.0	50.4
237	27-Mar-99	1840	30.6	1680	30.5	31.0	31.4	-354			3035	3025	7.95	6.88	720	1160	230	365	528	29.2	135	81.6					
238	28-Mar-99																										
239	29-Mar-99	1820	29.6	1700	29.6	30.5	30.7	-325	2850	1886	3040	3055	8.06	6.87	720	1290	230	405	530	33.1	135	84.6	1024		64	27.9	36.1
240	30-Mar-99																										
241	31-Mar-99	1780	29.8	1680	29.7	30.3	30.4	-349	2713	1808	3030	3045	8.09	6.83	705	1245	225	390	488	26.3	131	77.5	963		61	23.6	37.5
AVG		1816	28.2	1698	29.81	30.2	30.7	-354	2821	1862	3051	3054	7.99	6.84	728	1252	232	387	512	25.2	134	83.2	1028		69	28.4	38.8
SD		28	0.5	26.8	0.5	0.7	0.8	11	102	69	21	21	0.11	0.05	25	68	8	21	14	5.8	5	5.6	61		18	8.2	4.8
n		18	18	18	18	12	12	18	8	8	2	2	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	18	8	8	8	8

หมายเหตุ ข้อมูลกำหนดจากลำดับวันที่ 230-241

หมายเหตุ

Sulfide

COD In - ความเข้มข้นซีโอซีในน้ำเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุดหมุนี T1

out - ความเข้มข้นซีโอซีในน้ำออก (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีโอซีในน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอซี (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีโอซีในน้ำออกขณะขาดไซคลิกไฟต์ (mg/l)

V2 - ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุดหมุนี T2

GAS - ความเข้มข้นซีโอซีในจุดสกัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

O2 - ความเข้มข้นซีโอซีในน้ำออกทั้งหมดไซคลิกไฟต์ (mg/l)

SS - ความเข้มข้นซีโอซีในน้ำออกที่จุดบ่งชี้จำนวนของแข็งแขวนลอย (mg/l)

ตาราง ข-10 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีไอดี 1200 มก./อ. จักรกาศ 300 มก./อ.)

วันที่	วันที่	GAS				Temp(°C)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(µmhos/cm-cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		TFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide(mg/l)		Sulfate(mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(ml)	T1(°C)	V2(ml)	T2(°C)	In	Out	GalV3	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O1	O2	O3	(a)
242	1-Apr-99	2700	29.1	2480	28.9	30.5	30.9	-345	3056	2046	3085	3070	8.22	6.84	860	1285	280	440	313	27.2	84						
243	2-Apr-99					29.3	29.3	-377			3065	3075	8.19	6.81	850	1220	280	435	299	19.6	77	32.0	1234	88	38.7	49.1	
244	3-Apr-99	2850	30.0	2600	30	30.0	30.7	-320	2982	1984	3035	3055	8.11	6.89	850	1225	280	435	304	24.8	76	25.6					
245	4-Apr-99					29.3	30.2	-311			3060	3050	8.10	6.82	825	1245	265	420	310	20.1	80	30.8	1220	84	35.1	48.5	
246	5-Apr-99	2700	29.4	2460	29.2	31.0	31.1	-348	2876	1920	3045	3055	8.14	6.85	825	1200	285	430	289	12.2	72						
247	6-Apr-99	2940	29.7	2680	29.5	29.9	30.4	-303			3050	3045	8.12	6.78	830	1235	275	405	318	26.9	80	32.5	1240	90	28.7	61.2	
248	7-Apr-99	2530	30.0	2380	29.8	30.6	31.0	-341	2898	1898	3080	3060	7.96	6.80	825	1175	275	390	297	21.1	73	30.1					
249	8-Apr-99	2810	30.0	2560	29.8	30.0	30.8	-338			3070	3065	8.06	6.79	840	1290	265	420	299	18.7	81	35.5	1220	89	31.1	57.7	
250	9-Apr-99																										
251	10-Apr-99																										
252	11-Apr-99																										
253	12-Apr-99	2740	29.8	2500	29.7	29.8	30.3	-353	2988	2022	3060	3065	8.14	6.80	860	1270	270	370	304	28.9	80	32.1	1233	79	24.6	54.6	
254	13-Apr-99																										
255	14-Apr-99																										
256	15-Apr-99	2890	29.7	2640	29.7	29.7	30.1	-340	2972	1996	3065	3040	8.01	6.82	835	1255	265	390	311	29.4	83	28.4	1250	81	29.5	51.9	
257	16-Apr-99																										
258	17-Apr-99																										
259	18-Apr-99	2550	29.4	2360	29.4	29.6	30.2	-369	2950	1992	3075	3060	7.92	6.81	840	1275	265	380	316	15.3	85	35.6					
260	19-Apr-99																										
261	20-Apr-99																										
262	21-Apr-99																										
263	22-Apr-99	2540	30.1	2340	30.1	30.5	30.9	-342	2642	1790	3620	2595	8.01	6.84	770	1110	235	300	286	24.1	74	27.2	1153	90	39.1	50.4	
APG		2725	28.7	2428	28.8	30.8	30.5	-341	2971	1956	3024	3028	8.08	6.82	834	1232	278	381	304	22.4	79	31.8	1221	86	32.4	53.3	
SD		182	8.2	121.2	8.4	8.2	8.1	21	126	81	128	134	8.82	8.81	24	52	13	48	18	5.4	4	3.3	32	4	3.4	4.7	
a		18	18	18	18	12	12	12	8	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	2	2	2	2	

หมายเหตุ ข้อมูลกำหนดจากตัวในวันที่ 242-263

หมายเหตุ Subside
 GAS V1 - ปริมาณก๊าซก่อนวัด CO2 ที่อุณหภูมิ T1
 V2 - ปริมาณก๊าซหลังวัด CO2 ที่อุณหภูมิ T2
 COD In - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า (mg/l)
 O1 - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกทั้งหมดรวมซิลิเกต (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกทั้งหมดไม่รวมซิลิเกต (mg/l)
 O3 - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกโดยเฉลี่ยไม่รวมซิลิเกต (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกของแข็งแขวนลอย (mg/l)



ภาคผนวก ก
ผลการทดลองของดังปฏิกรณ์ที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก-1 (แผนการทดลองเดิม ซีโอที 800 มก./ล. ซัลไฟต์ 200 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP	TDM(mg/l)		CapH(microlewen/stn)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VEA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(ml)	T1(oC)	V2(ml)	T2(oC)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O1	O2	O3	(ml)		
1	3-Aug-98		29.9			29.9	31.0	-363					7.86	6.44	325	540	75	190					749	155	59	30.0	29.0
2	4-Aug-98																										
3	5-Aug-98		29.5			29.5	30.9	-365					8.00	6.53	320	520	80	180	307								
4	6-Aug-98																										
5	7-Aug-98																										
6	8-Aug-98		30.1			30.1	30.3	-358					8.12	6.58	325	540	75	190									
7	9-Aug-98		30.2			30.2	30.4	-362					7.94	6.53	320	520	80	180									
8	10-Aug-98																										
9	11-Aug-98																										
10	12-Aug-98																		217								
11	13-Aug-98	1620	28.5			28.5	29.4	-367			1186	1248	8.14	6.51	330	520	85	180	204	248	49						
12	14-Aug-98																										
13	15-Aug-98																										
14	16-Aug-98																										
15	17-Aug-98																										
16	18-Aug-98																										
17	19-Aug-98																										
18	20-Aug-98																										
19	21-Aug-98																										
20	22-Aug-98																										
21	23-Aug-98																										
22	24-Aug-98																										
23	25-Aug-98																										
24	26-Aug-98							-378											223	7.6	54		759				
25	27-Aug-98																										
26	28-Aug-98																										
27	29-Aug-98																										
28	30-Aug-98																										
29	31-Aug-98							-373			1115	1155							177	9.4	49		804	211	117	43.3	73.7
30	1-Sep-98																										

หมายเหตุ Sulfide COD In - ความเข้มข้นซีโอทีเป็นซ้ำ (mg/l)
 GAS V1 - ปริมาตรก๊าซก่อนเกิดCO2 ที่อุณหภูมิ T1 out - ความเข้มข้นซัลไฟต์น้ำออก (mg/l)
 V2 - ปริมาตรก๊าซหลังเกิดCO2 ที่อุณหภูมิ T2 GAS - ความเข้มข้นซัลไฟต์ในชุดคัลการไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)
 O1 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่จลนการซัลไฟต์ (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่จลนการไฮโดรเจนซัลไฟต์ (mg/l)
 O3 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่จลนการไฮโดรเจนซัลไฟต์ (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่จลนการไฮโดรเจนซัลไฟต์ (mg/l)

ตาราง ก-2 (แผนการทดลองเดิม ความเข้มข้นแก๊สชีวภาพ 800 มก./ล. ชั้ดไฟต์ 200 มก./ล.)

วันที่	วันที่	GAS				Temp (°C)		DIP (mV)	TDS (mg/l)		Conductivity (µm/cm)		pH		AR (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfate (mg/l)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)						
		V1(ml)	T1(°C)	V2(ml)	T2(°C)	In	Out		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	O3	O2	O3	O3	(ml)	
31	2-Sep-98																												
32	3-Sep-98	1010																				47							
33	4-Sep-98																		188	24.0	43				836	176	90	34.7	55.3
34	5-Sep-98																												
35	6-Sep-98																												
36	7-Sep-98																					43			763	166	73	31.2	41.8
37	8-Sep-98																		193	6.3	47								
38	9-Sep-98																												
39	10-Sep-98	1680																	197	16.0	46				790	179	96	25.4	70.6
40	11-Sep-98																												
41	12-Sep-98																												
42	13-Sep-98																												
43	14-Sep-98																												
44	15-Sep-98																												
45	16-Sep-98																												
46	17-Sep-98							-342			1168	1186							193	11.3	45			890	170	70	29.6	40.4	
47	18-Sep-98																												
48	19-Sep-98																												
49	20-Sep-98							-340			1187	1145							172	19.0	44			824	186	96	24.7	71.3	
50	21-Sep-98																												
51	22-Sep-98	1360	28.2				28.2				1245	1255	7.98						212	9.7	53			823	161	152	23.0	129.0	
52	23-Sep-98																												
53	24-Sep-98																												
54	25-Sep-98																												
55	26-Sep-98																												
56	27-Sep-98																												
57	28-Sep-98	1830					28.5						6.50						188	29.4	45			777	146	46	20.0	26.0	
58	29-Sep-98	1800	28.8				28.8	28.4			1190	1211	7.93	6.42					200	33.0	39								
59	30-Sep-98	1850	28.7				28.7				1197	1226	8.14											802	155	52	14.5	37.2	
60	1-Oct-98																												

หมายเหตุ

Sulfide

COD In - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาตรแก๊สชีวภาพ CO2 ที่จุดหมัก T1

out - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออก (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอดี (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกขณะใส่ซีโอดี (mg/l)

V2 - ปริมาตรแก๊สชีวภาพ CO2 ที่จุดหมัก T2

GAS - ความเข้มข้นซีโอดีในจุดหมักด้วยไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

O2 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกทั้งหมด ใส่ซีโอดี (mg/l)

S5 - ความเข้มข้นซีโอดีน้ำออกรูปของแข็งรวมของ (mg/l)

ตาราง ก-5 (ช่วงพยายามเก็บความเข้มข้นขี้ดฟัด)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP (mV)	TDS(mg/l)		Cond(μmole/cm)		pH		AIR (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(mD)	T1(oC)	V2(mD)	T2(oC)	In	Out		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	GAS	In	O1	O2	O3	SS
118	28-Nov-98	1880				29.7	30.0							8.05	6.65	355	585	100	285	208	20.6					
119	29-Nov-98																			326	77.0					
120	30-Nov-98																									
121	1-Dec-98																									
122	2-Dec-98					29.4	29.7							7.99	6.62	350	790	105	325	353	69.0	82				
123	3-Dec-98																									
124	4-Dec-98																									
125	5-Dec-98																									
126	6-Dec-98																									
127	7-Dec-98					30.8	34.8							8.02	6.58	355	760	105	360	446	132.0					
128	8-Dec-98																									
129	9-Dec-98																			450	95.0					
130	10-Dec-98																									
131	11-Dec-98																									
132	12-Dec-98																									
133	13-Dec-98					25.9	28.7							7.92	6.61					613	220.0					
134	14-Dec-98																									
135	15-Dec-98																									
136	16-Dec-98																									
137	17-Dec-98																									
138	18-Dec-98					25.6	29.1							7.99	6.63					617	189.0					
139	19-Dec-98																									
140	20-Dec-98																									
141	21-Dec-98																			609	196.0	92				
142	22-Dec-98																									
143	23-Dec-98																									
144	24-Dec-98					29.8	33.4							8.01	6.61	355	765	105	350	551	133.0					
145	25-Dec-98																									
146	26-Dec-98																									
147	27-Dec-98																									

หมายเหตุ

Sulfide

COD In - ความเข้มข้นซีไออินเข้า (mg/l)

GAS V1 - ปริมาตรก๊าซที่ปล่อย CO₂ ที่อุณหภูมิ T1
 V2 - ปริมาตรก๊าซที่ปล่อย CO₂ ที่อุณหภูมิ T2

out - ความเข้มข้นซีไอในออก (mg/l)
 GAS - ความเข้มข้นซีไอในจุดวัดก๊าซ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

O1 - ความเข้มข้นซีไอในออกทั้งหมดรวมซีไอ (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีไอในออกทั้งหมด ไม่ซีไอ (mg/l)

O3 - ความเข้มข้นซีไอในออกขณะละลายน้ำซีไอ (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีไอในออกที่รวมซีไอรวมออก (mg/l)

ตาราง ก-7 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอที 800 มก./ล. ซัฟเฟด 400 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP	TDS(mg/l)		Conductivity(mS/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(ml)	T1(°C)	V2(ml)	T2(°C)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O1	O2	O3	(ss)	
176	25-Jan-99	1270	29.9			29.9	31.4	-383	2320	1596	2580	2580	7.80	7.01	585	1030	190	285	406	38.7	105	49.1	793		58	22.1	35.8	
177	26-Jan-99																											
178	27-Jan-99	1270	30.1			30.1	30.1	-341	2386	1584	2530	2550	8.02	7.00	585	1075	190	305	437	15.8	124	52.6	820		64	15.2		
179	28-Jan-99																											
180	29-Jan-99																											
181	30-Jan-99																											
182	31-Jan-99	1420	29.5			29.5	30.4	-360			2520	2515	8.10	6.94	590	1045	195	300	397	8.9	104	50.6	842		68	19.4	49.0	
183	1-Feb-99																											
184	2-Feb-99	1200	29.8			29.8	30.3	-335	2286	1538	2520	2540	7.92	6.92	570	1030	180	320	413	20.4	120	45.2	770		61	26.4	34.3	
185	3-Feb-99																											
186	4-Feb-99																											
187	5-Feb-99	1300	29.9			29.9	31.0	-346	2306	1580	2540	2560	7.96	6.95	595	1040	190	300	388	23.1	109	48.2	790		60	22.8		
188	6-Feb-99																											
189	7-Feb-99	1380	29.7			29.7	27.6	-361			2550	2540	8.11	6.89	605	1080	200	295	420	26.8	125	50.6	814		55	17.3	37.7	
190	8-Feb-99																											
191	9-Feb-99																											
192	10-Feb-99																											
193	11-Feb-99																											
194	12-Feb-99																											
195	13-Feb-99																											
196	14-Feb-99																											
197	15-Feb-99																											
198	16-Feb-99																											
199	17-Feb-99																											
200	18-Feb-99																											
201	19-Feb-99																											
202	20-Feb-99																											
203	21-Feb-99																											
204	22-Feb-99																											
205	23-Feb-99																											

หมายเหตุ

Sulfide

COD In = ความเข้มข้นซีโอทีน้ำเข้า (mg/l)

GAS V1 = ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ T1

Out = ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออก (mg/l)

O1 = ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกทั้งหมดรวมซัลไฟด์ (mg/l)

O3 = ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่ปราศจากซัลไฟด์ (mg/l)

V2 = ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ T2

GAS = ความเข้มข้นซีโอทีในจุดสกัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)

O2 = ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกทั้งหมดไม่รวมซัลไฟด์ (mg/l)

SS = ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่ปราศจากซัลไฟด์ (mg/l)

ตาราง ก-8 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอที 800 มก./ล. จลนพล 400 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(mikroohmen/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfate (mg/l)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(ml)	T1(°C)	V2(ml)	T2(°C)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	GAS	In	O1	O2	O3	(%)	
206	24-Feb-99																											
207	25-Feb-99																											
208	26-Feb-99																											
209	27-Feb-99																											
210	28-Feb-99																											
211	1-Mar-99																											
212	2-Mar-99																											
213	3-Mar-99	1360	30.0	1280	29.9	27.6	30.9	-341	2346	1598	2540	2540	7.89	6.92	600	1075	195	290	401	16.1	118	51.1	804	60	20.6	39.6		
214	4-Mar-99																											
215	5-Mar-99	1400	30.2	1300	30.1	30.6	31.2	-360	2440	1624	2515	2530	8.19	6.88	590	1060	195	335	446	32.7	115	51.0	857	59	26.1	33.3		
216	6-Mar-99																											
217	7-Mar-99	1460	29.7	1340	29.7	30.4	31.6	-383	2400	1614	2570	2580	7.92	6.84	585	1070	195	350	422	28.9	119	53.2	863	70	30.8	39.4		
218	8-Mar-99																											
219	9-Mar-99	1200	29.8	1140	29.6	30.7	31.2	-375	2330	1580	2545	2530	7.99	6.86	590	1050	190	305	413	17.7	117	45.3	783	65	25.7	39.1		
AVG		1326	29.6	1265	29.8	29.5	30.6	-352	2352	1582	2541	2542	7.99	6.92	598	1055	192	302	418	22.7	115	49.7	814	61	22.6	38.5		
SD		91	1.8	87	0	1.3	1.2	18	52	28	21	21	0.12	0.06	18	12	5	21	21	8.9	2	2.8	38	5	1.5	6.9		
n		18	18	4	4	18	18	18	8	8	18	18	18	18	18	18	18	18	11	11	11	18	11	11	11	8		

หมายเหตุ ข้อมูลคำนวณจากค่าวันที่ 176-219

หมายเหตุ Sulfide
 GAS V1 - ปริมาตรก๊าซก่อนเกิดCO₂ ที่อุณหภูมิ T1
 V2 - ปริมาตรก๊าซหลังเกิดCO₂ ที่อุณหภูมิ T2
 out - ความเข้มข้นซีโอทีในน้ำออก (mg/l)
 GAS - ความเข้มข้นซีโอทีในจุดต่างๆ ใน ไบโอรีแอกเตอร์ (mg/l)
 COD In - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำเข้า (mg/l)
 O1 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอที (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกทั้งหมดไม่รวมซีโอที (mg/l)
 O3 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกขณะถ่ายน้ำซีโอที (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่ป้อนเข้าเครื่องกรอง (mg/l)

ตาราง ก-9 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอที 600 มก./ล. ซักฟอต 200 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(micromhos/cm)		pH		ALK (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfate (mg/l)		Sulfide (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(ml)	T1(oC)	V2(ml)	T2(oC)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	O2	O3	O3	(m)			
220	10-Mar-99	1140	29.9	1050	29.8	29.3	30.7	-348	1840	1258	2030	2010	6.14	6.91	465	815	145	275	332	25.3	91	27.1	600		36	21.9	14.2	
221	11-Mar-99																											
222	12-Mar-99																											
223	13-Mar-99																											
224	14-Mar-99																											
225	15-Mar-99	1120	29.6	1020	29.5	28.7	28.9	-362	1830	1252	1950	1970	8.21	6.94	465	800	140	255	318	31.2	88	26.6	612		40	24.8	15.5	
226	16-Mar-99																											
227	17-Mar-99	1080	29.4	1000	29.2	29.5	30.8	-360	1726	1194	1925	1945	8.09	6.87	450	775	130	235	285	15.6	82	20.0	564		29	17.5	11.3	
228	18-Mar-99					29.4	29.7							7.92	6.85	455	705	145	230	301	9.3	78	18.2					
229	19-Mar-99	1000	29.8	940	29.8	30.2	30.6	-373	1802	1246	2015	2010	8.11	6.91	465	795	140	265	315	19.6	82	20.5	584		34	24.7	9.5	
230	20-Mar-99																											
231	21-Mar-99																											
232	22-Mar-99	1120	29.1	1040	29	29.2	29.4	-325	1820	1266	2015	2030	8.18	6.78	470	815	150	275	301	20.6	85	26.1	620		40	27.9	12.0	
233	23-Mar-99																											
234	24-Mar-99					28.9	30.0							7.97	6.72	465	730	150	245	305	29.9	82	23.2					
235	25-Mar-99	1020	29.9	960	29.8	30.7	31.2	-336			2040	2030	8.02	6.75	455	775	155	265	304	24.4	80	18.0	546		32	19.6	12.5	
236	26-Mar-99	980	30.7	940	30.5	31.9	32.0	-298	1728	1134			8.14	6.81	465	735	150	260	290	19.1	84	18.4						
237	27-Mar-99	1020	30.1	960	30	29.5	31.3	-312			2020	2015	7.89	6.78	465	810	130	250	325	22.1	90	26.4	594		39	26.2	12.4	
238	28-Mar-99																											
239	29-Mar-99	1060	30.3	1000	30.2	30.4	30.6	-352	1840	1244			8.10	6.77	465	805	150	255	312	15.8	86	22.2	636		42	21.5	20.9	
240	30-Mar-99																											
241	31-Mar-99	1040	30.1	980	30.1	30.3	30.4	-370	1837	1249	2040	2020	8.08	6.80	460	820	150	290	324	8.7	88	23.6	621		41	17.4	23.4	
AEG		1858	28.8	982	28.29	28.8	30.5	-344	1882	1218	2004	2004	8.07	6.82	462	782	145	258	318	28.2	81	22.1	592		37	22.4	14.6	
SD		55	6.1	32.6	6.5	6.8	6.9	21	48	45	43	48	8.18	8.02	4	39	8	12	13	7.1	4	3.1	28		1	3.8	4.6	
a		18	18	18	18	12	12	18	8	8	8	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		8	8	8	8

หมายเหตุ: ข้อมูลจำนวนจ. ค่าด้วยวันที่ 230-241

หมายเหตุ: Sulfide COD In - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำเข้า (mg/l)
 GAS V1 - ปริมาตรก๊าซที่ออกที่ CO2 ที่จุดหมัก T1 out - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออก (mg/l)
 V2 - ปริมาตรก๊าซที่ออกที่ CO2 ที่จุดหมัก T2 GAS - ความเข้มข้นซีโอทีในจุดสกัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)
 O1 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอที (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกทั้งหมดไม่รวมซีโอที (mg/l)
 O3 - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่ละลายออกซิเจน (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีโอทีน้ำออกที่ของแข็งแขวนลอย (mg/l)

ตาราง ก-10 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีโอซี 800 มก./ล. จัดฟีด 200 มก./ล.)

วันที่	วันที่	GAS				Temp (°C)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(microsiemen/cm)		pH		AR (mg/l in CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		TSS(mg/l)		COD (mg/l)				
		V1(m3)	T1(°C)	V2(m3)	T2(°C)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Out	BAF	In	O1	O2	O3	(%)
242	1-Apr-99	1920	30.5	1780	30.4	30.1	31.0	-300	2136	1506	2160	2145	7.95	6.76	625	925	190	310	214	18.7	58	15.2	836		73	40.2	32.3
243	2-Apr-99					30.4	31.3	-359			2175	2180	8.06	6.80	585	740	180	250			53	12.1					
244	3-Apr-99	1740	29.9	1640	29.7	30.0	30.4	-397	2008	1384	2140	2140	8.09	6.81	585	845	185	280	200	9.4	51	10.8	784		58	25.9	32.2
245	4-Apr-99					29.4	30.3	-380			2195	2170	8.10	6.78	610	780	190	260			57	14.4					
246	5-Apr-99	1860	30.1	1740	30.1	30.9	31.2	-334	2056	1430	2165	2170	8.01	6.84	595	860	185	270	214	32.5	54	13.2	800		60	38.2	32.0
247	6-Apr-99	1800	30.0	1700	30	30.0	30.3	-356			2185	2170	8.09	6.78	595	760	185	245			55	12.1					
248	7-Apr-99	1800	30.0	1700	30	30.5	31.0	-311	2080	1450	2160	2175	7.92	6.79	610	890	190	280	205	18.7	55	12.1	814		59	21.2	37.6
249	8-Apr-99	1720	29.3	1620	29.1	29.4	30.9	-322			2160	2140	8.11	6.78	595	745	185	250			51	10.7					
250	9-Apr-99																										
251	10-Apr-99																										
252	11-Apr-99																										
253	12-Apr-99	1780	29.8	1680	29.7	30.0	30.4	-286	2054	1424	2180	2155	7.97	6.76	595	865	190	270	205	16.7	54	11.8	813		62	23.6	38.8
254	13-Apr-99																										
255	14-Apr-99																										
256	15-Apr-99	1820	29.9	1700	29.9	30.0	30.5	-330	2076	1458	2150	2155	8.05	6.81	600	855	195	285	194	10.9	51	13.2	849		77	38.0	38.7
257	16-Apr-99																										
258	17-Apr-99																										
259	18-Apr-99	2000	29.8	1880	29.7	29.9	30.3	-380	2090	1368	2160	2175	8.09	6.82	600	885	185	290	209	12.3	59	16.1	838		70	36.2	33.7
260	19-Apr-99																										
261	20-Apr-99																										
262	21-Apr-99																										
263	22-Apr-99	2020	29.4	1880	29.3	29.7	29.7	-293	2146	1554	2165	2170	8.10	6.78	610	880	185	285	222	14.8	62	17.2	864		80	37.4	42.4
ALG		1848	28.9	1732	29.8	30.8	30.6	-332	2081	1444	2166	2162	8.05	6.79	608	836	187	271	288	16.8	55	13.2	825		67	34.2	36.8
SD		182	6.1	28.8	6.4	6.4	6.5	22	42	56	15	14	8.82	8.82	12	61	1	12	2	2.2	1	2.1	22		2	2.4	3.2
a		18	18	18	18	12	12	12	8	8	12	12	12	12	12	12	12	12	8	8	12	12	8		8	8	8

หมายเหตุ ข้อมูลนี้มาจากวันที่ 242-263

- หมายเหตุ
- GAS V1 - ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุดหมุน T1
 - GAS V2 - ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุดหมุน T2
 - SubSide
 - out - ความเข้มข้นซีโอซีที่น้ำออก (mg/l)
 - GAS - ความเข้มข้นซีโอซีในจุดวัดก๊าซไฮโดรเจนซีโอซี (mg/l)
 - COD In - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำเข้า (mg/l)
 - O1 - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกทั้งหมดรวมซีโอซี (mg/l)
 - O2 - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกทั้งหมดไม่รวมซีโอซี (mg/l)
 - O3 - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกขณะถ่ายได้ซีโอซี (mg/l)
 - SS - ความเข้มข้นซีโอซีน้ำออกจุดบวมแข็งแวนถอย (mg/l)

ตาราง อ-11 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีไอคือ 600 มก./ล. จัตุหัต 150 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(mg/ml/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		Sulfate (mg/l)		COD (mg/l)							
		V1(ml)	T1(oC)	V2(ml)	T2(oC)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	GAS	In	O1	O2	O3	(ss)				
264	23-Apr-99																													
265	24-Apr-99																													
266	25-Apr-99																													
267	26-Apr-99																													
268	27-Apr-99																													
269	28-Apr-99																													
270	29-Apr-99																													
271	30-Apr-99																													
272	1-May-99																													
273	2-May-99																													
274	3-May-99																													
275	4-May-99																													
276	5-May-99	1400	30.2	1340	30.1	32.3	32.0	-353	1618	1136	1750	1720	7.89	6.81	465	675	150	215	158	23.2	40	7.0	630	38	21.0	17.0				
277	6-May-99																													
278	7-May-99																													
279	8-May-99																													
280	9-May-99																													
281	10-May-99																													
282	11-May-99																													
283	12-May-99	1490	29.6	1400	29.4	29.6	30.7	-357	1642	1154	1740	1710	7.99	6.78	470	700	150	215	162	11.3	44	7.6	643	46	28.1	17.7				
284	13-May-99	1270	30.2	1220	30.2	30.2	30.7	-327			1750	1735	7.80	6.79					149	13.7	38	6.2	585	31	18.3	12.5				
285	14-May-99																													
286	15-May-99																													
287	16-May-99																													
288	17-May-99	1350	29.1	1300	29	31.3	32.1	-341	1604	1128	1720	1730	7.97	6.82	465	670	150	215	148	17.1	39	6.7	632	43	23.8	18.7				
289	18-May-99																													
290	19-May-99	1370	30.7	1300	30.5	30.5	30.3	-303	1602	1120	1715	1730	8.09	6.84	465	670	145	210	148	13.7	39	6.8	629	38	20.4	17.7				
291	20-May-99																													
292	21-May-99	1430	30.1	1360	29.8	30.5	31.0	-301			1735	1745	8.05	6.85	470	685	150	215	160	17.8	42	7.1	651	42	24.2	18.0				
293	22-May-99																													

หมายเหตุ: GAS V1 - ปริมาตรก๊าซก่อนเกิด CO2 ที่อุณหภูมิ T1 out - ความเข้มข้นซีไอที่น้ำออก (mg/l) COD In - ความเข้มข้นซีไอที่น้ำเข้า (mg/l) O1 - ความเข้มข้นซีไอที่น้ำออกทั้งหมดรวมซีไอ (mg/l) O3 - ความเข้มข้นซีไอที่น้ำออกที่ละลายในซีไอ (mg/l)
 GAS V2 - ปริมาตรก๊าซหลังเกิด CO2 ที่อุณหภูมิ T2 GAS - ความเข้มข้นซีไอในจุดที่เกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (mg/l) O2 - ความเข้มข้นซีไอที่น้ำออกทั้งหมดรวมซีไอ (mg/l) SS - ความเข้มข้นซีไอที่น้ำออกที่รวมซีไอทั้งหมด (mg/l)

ตาราง ก-12 (แผนการทดลองใหม่ ความเข้มข้นซีไอดี 600 มก./ล. จักรเย็บ 150 มก./ล.)

ลำดับ วัน	วันที่	GAS				Temp (oC)		ORP	TDS(mg/l)		Cond(microsiemen/cm)		pH		Alk (mg/l as CaCO3)		VFA (mg/l as CaCO3)		Sulfide (mg/l)		Sulfate (mg/l)		COD (mg/l)					
		V1(ml)	THoC	V2(ml)	T2(oC)	In	Out	(mV)	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	O1	O2	O3	(m)		
294	23-May-99																											
295	24-May-99	1330	29.9	1280	29.8	30.4	30.6	-310	1592	1118	1755	1750	7.95	6.82	460	670	145	210	152	23.3	38	6.5	620		40	19.5	20.1	
296	25-May-99																											
297	26-May-99																											
298	27-May-99	1270	29.9	1240	29.7	29.9	30.7	-320	1560	1096	1725	1740	8.01	6.91	455	650	140	215	147	12.5	35	5.8	599		33	18.6	14.2	
299	28-May-99																											
300	29-May-99					30.1	30.5	-304			1730	1700	7.99	6.87	455						35	5.6						
301	30-May-99																											
302	31-May-99	1350	30.1	1300	30	30.2	30.5	-328	1584	1116	1725	1720	8.05	6.88	460	665	145	215	151	14.7	40	6.5	611		40	22.5	17.5	
AVG		1362	30.8	1304	29.8	30.2	30.9	-324	1589	1124	1731	1728	7.98	6.84	463	673	147	214	152	14.4	39	6.6	622		39	21.8	17.8	
SD		21	0.4	58	0.4	0.8	0.6	21	24	18	11	16	0.08	0.04	6	12	4	2	8	4.4	2	0.8	21		2	3.2	2.1	
s		2	2	2	2	1.8	1.8	1.8	2	2	1.8	1.8	1.8	1.8	2	8	8	8	8	2	2	1.8	1.8	2	8	2	2	2

หมายเหตุ ข้อมูลคำนวณจากลำดับวันที่ 264-302

หมายเหตุ Sulfide COD In - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำเข้า (mg/l)
 GAS V1 - ปริมาตรก๊าซออกแก๊สCO2 ที่อุณหภูมิ T1 out - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออก (mg/l)
 V2 - ปริมาตรก๊าซออกแก๊สCO2 ที่อุณหภูมิ T2 GAS - ความเข้มข้นซีไอดีในชุดคัลการไฮโดรเจน น้ำซีไอดี (mg/l)
 O1 - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกทั้งหมดรวมซีไอดี (mg/l)
 O2 - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกทั้งหมดไม่รวมซีไอดี (mg/l)
 O3 - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกละลายไม่รวมซีไอดี (mg/l)
 SS - ความเข้มข้นซีไอดีน้ำออกทั้งหมดรวมซีไอดี (mg/l)



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการคำนวณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณความดันพาร์เซิลก๊าซชีวภาพ

ความดันพาร์เซิลก๊าซชีวภาพ คือสัดส่วนของก๊าซแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพทั้งหมด โดยได้กำหนดให้องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยก๊าซ 3 ชนิด คือ มีเทน, คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์

ตัวอย่าง การคำนวณความดันพาร์เซิลก๊าซชีวภาพ โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองของถังปฏิกรณ์ที่ 2 ความเข้มข้นซีโอดี 1200 มก./ล. ซัลเฟต 600 มก./ล. วันที่ 9 มีนาคม 2542

ข้อมูลจากผลการทดลองที่ต้องการ

รายการข้อมูล	ข้อมูล
1. ปริมาตรก๊าซก่อนดักCO ₂ และอุณหภูมิ	2220 มล. ที่ 29.7°C
2. ปริมาตรก๊าซหลังดักCO ₂ และอุณหภูมิ	1900 มล. ที่ 29.8°C
3. ความเข้มข้นซัลไฟด์ในชุดดักก๊าซH ₂ S	120 มก./ล.

หลักการ คือ การหาปริมาณของก๊าซแต่ละชนิดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน แล้วนำมาคำนวณสัดส่วนปริมาตรซึ่งก็คือ ความดันพาร์เซิลของก๊าซแต่ละชนิด โดยคำนวณที่อุณหภูมิ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรรวมก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ } 0^{\circ}\text{C } 1 \text{ atm} &= 2220 \times (273.15+0)/(273.15+29.7) \\ &= 2002 \text{ มล.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรก๊าซมีเทนที่ } 0^{\circ}\text{C } 1 \text{ atm} &= 1900 \times (273.15+0)/(273.15+29.8) \\ &= 1713 \text{ มล.} \end{aligned}$$

$$\text{ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ } 0^{\circ}\text{C } 1 \text{ atm}$$

$$\text{จาก } PV = nRT$$

$$V = nRT/P$$

$$\begin{aligned} \text{โดย } n &= 120 \times 0.5 / 32 \text{ (ปริมาตรชุดดักH}_2\text{S} = 0.5 \text{ ลิตร)} \\ &= 1.875 \text{ มิลลิโมล} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= (1.875/1000) \times 0.0821 \times (273.15+0) / 1 \\ &= 0.042 \text{ ลิตร} = 42 \text{ มล.} \end{aligned}$$

ปริมาตรของก๊าซแต่ละชนิด ที่ 0°C 1 atm

ปริมาตรก๊าซมีเทน = 1713 มล.

ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ = $2002 - 1713 = 289$ มล.

ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ = 42 มล.

ดังนั้น ความดันพาร์เซิลของก๊าซแต่ละชนิด

ก๊าซมีเทน = $1713/(1713+289+42) \times 100 = 83.8\%$

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ = $289/(1713+289+42) \times 100 = 14.1\%$

ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ = $42/(1713+289+42) \times 100 = 2.1\%$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างคำนวณ การแปรรูปซีโอดี, ผลรวมสมมูลมวลซีโอดี และสัดส่วนการใช้ซีโอดีของMPB กับ SRB

การแปรรูปของซีโอดีในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- (1) ซีโอดีละลายซึ่งเหลือจากการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย,
- (2) ซีโอดีในรูปแขวนลอยซึ่งเป็นเซตแบคทีเรียที่หลุดออกจากระบบ
- (3) ก๊าซมีเทน(ทั้งในวัฏภาคก๊าซ และที่ละลายน้ำ)
- (4) ปริมาณค่าซีโอดีที่ใช้รีดิวซ์ซัลเฟต โดยคำนวณจากปริมาณซัลเฟตที่ถูกใช้เมื่อผ่านระบบ

ตัวอย่าง การคำนวณการแปรรูปซีโอดีโดยใช้ข้อมูลจากการทดลองของถังปฏิกรณ์ที่ 2 ความเข้มข้นซีโอดี ความคุม 1200 มก./ล. ซัลเฟต 600 มก./ล. วันที่ 9 มีนาคม 2542

ข้อมูลจากผลการทดลองที่ต้องการ

รายการข้อมูล	ข้อมูล
1. ความเข้มข้นซีโอดี	
-น้ำเข้า	1191 มก./ล.
-น้ำออกละลาย	16.8 มก./ล.
-รูปของแข็งแขวนลอย	64.2 มก./ล.
2. ความเข้มข้นซัลเฟต	
-น้ำเข้า	621 มก./ล.
-น้ำออก	30.5 มก./ล.
3. ปริมาตรก๊าซมีเทนที่ 0°C	1713 มล.
4. ความดันพาร์เซิลก๊าซมีเทน	83.8 %

หลักการ คือ การเทียบสัดส่วนแต่ละรูปของมวลซีโอดีรูปต่างๆกับมวลซีโอดีเข้าระบบทั้งหมด โดยกำหนดปริมาตรน้ำเสียเข้าระบบทั้งหมด เท่ากับ 8 ลิตร/วัน

$$\begin{aligned} \text{มวลซีโอดีเข้าระบบทั้งหมด} &= \text{ซีโอดีน้ำเข้า} \times \text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมด} \\ &= 1191 \times 8 = 9528 \text{ มก.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลซีโอดีน้ำออกละลาย} &= \text{ซีโอดีน้ำออกละลาย} \times \text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมด} \\ &= 16.8 \times 8 = 134 \text{ มก.} \end{aligned}$$

มวลซีไอทุกรูปของแข็งแขวนลอย	$= \text{ซีไอน้ำออกของแข็งแขวนลอย} \times \text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมด}$ $= 64.2 \times 8 = 514 \text{ มก.}$
มวลซีไอที่ใช้รีดิวซ์ซัลเฟต	$= (\text{ซัลเฟตเข้า} - \text{ซัลเฟตออก}) \times \text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมด} \times 2/3$ <p>(ซัลเฟตที่ถูกรีดิวซ์ 1 มก. ต้องใช้ซีไอ 2/3 มก.)</p> $= (643 - 31.9) \times 8 \times 2/3 = 3259 \text{ มก.}$
มวลซีไอในรูปก๊าซมีเทน	$= \text{ปริมาตรก๊าซมีเทนที่ } 0^\circ\text{C (มล.)} / 0.35$ <p>(0.35 มล. มีเทนที่ STP เทียบเท่า ซีไอ 1 มก.)</p> $= 1713 / 0.35 = 4895 \text{ มก.}$
มวลซีไอในรูปมีเทนละลายน้ำ	$= \text{ความเข้มข้นมีเทนละลายน้ำ} \times \text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมด}$ $= 16.6 \times 8 = 133 \text{ มก.}$
ความเข้มข้นมีเทนละลายน้ำ	$= \text{ค่าคงที่เฮนรี} \times \text{ความดันพาร์เชียลก๊าซมีเทน}$ <p>(ค่าคงที่เฮนรีที่ $30^\circ\text{C} = 12.4 \times 10^{-4}$ โมล/ลิตร-บรรยากาศ)</p> $= 12.4 \times 10^{-4} \times 16 \times 1000 \times 83.8 / 100 = 16.6 \text{ มก./ล.}$
สัดส่วนการแปรรูปซีไอในรูปต่างๆ	
ซีไอที่ละลาย	$= \text{มวลซีไอน้ำออกละลาย} / \text{มวลซีไอเข้าระบบ}$ $= 134 / 9528 \times 100 = 1.41 \%$
ซีไอของแข็งแขวนลอย	$= \text{มวลซีไอน้ำออกของแข็งแขวนลอย} / \text{มวลซีไอเข้าระบบ}$ $= 514 / 9528 \times 100 = 5.39 \%$
ซีไอที่ใช้รีดิวซ์ซัลเฟต	$= \text{มวลซีไอที่ใช้รีดิวซ์ซัลเฟต} / \text{มวลซีไอเข้าระบบ}$ $= 3259 / 9528 \times 100 = 34.2 \%$
ซีไอในรูปก๊าซมีเทน	$= \text{มวลซีไอในรูปก๊าซมีเทน} / \text{มวลซีไอเข้าระบบ}$ $= 4895 / 9528 \times 100 = 51.4 \%$

$$\begin{aligned} \text{ซีไอดีในรูปมีเทนละลายน้ำ} &= \text{มวลซีไอดีในรูปมีเทนละลายน้ำ} / \text{มวลซีไอดีเข้าระบบ} \\ &= 133 / 9528 \times 100 = 1.40 \% \end{aligned}$$

$$\text{ผลรวมสมดุลมวลซีไอดี} = 1.41 + 5.39 + 34.2 + 51.4 + 1.40 = 93.8 \%$$

สัดส่วนการใช้ซีไอดีของMPB กับ SRB

$$\% \text{ electron flow MPB} = (51.4 + 1.4) / (51.4 + 1.4 + 34.2) = 60.7 \%$$

$$\% \text{ electron flow SRB} = (34.2) / (51.4 + 1.4 + 34.2) = 39.3 \%$$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณการแปรรูปซัลเฟอร์ และผลรวมสมมูลมวลซัลเฟอร์

การแปรรูปของสารต่างๆที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ โดยเมื่อพิจารณาในเชิงปริมาณค่า ปริมาณของซัลเฟอร์ในรูปซัลเฟตน้ำเข้า (ซึ่งกำหนดให้เป็นรูปของสารประกอบซัลเฟอร์ชนิดเดียวที่ถูก ป้อนเข้าระบบ) เท่ากับผลรวมของ

- (1) ค่าปริมาณซัลเฟอร์ในรูปซัลเฟตที่เกลือในน้ำออก
- (2) ค่าปริมาณซัลเฟอร์ในรูปซัลไฟด์ละลายทั้งหมดซึ่งจะอยู่ใน 3 รูปคือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ละลาย ที่ไม่แตกตัว($H_2S_{(sol)}$), อีออนไบซัลไฟด์(HS^-) และอีออนซัลไฟด์(S^{2-})
- (3) ค่าปริมาณซัลเฟอร์ในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
- (4) ค่าปริมาณซัลเฟอร์ในรูปตะกอนผลึกโลหะหนักซัลไฟด์
- (5) ค่าปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมดที่ถูกใช้และสะสมอยู่ในเซลล์แบคทีเรีย

โดยในงานวิจัยนี้ค่าปริมาณสารประกอบซัลเฟอร์ที่ทำการวัดอย่างสม่ำเสมอ คือค่าในข้อ (1) ถึง (3) ขณะที่ค่าในข้อ (4) และ (5) ไม่มีการวัดค่าและโดยทั่วไปมีปริมาณค่อนข้างน้อยมากซึ่งจะไม่นำมารวม พิจารณา

ตัวอย่าง การคำนวณการแปรรูปซัลเฟอร์โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองของดังปฏิกิริยาที่ 2 ความเข้มข้นซี โอดีความคุม 1200 มก./ล. ซัลเฟต 600 มก./ล. วันที่ 9 มีนาคม 2542

ข้อมูลจากผลการทดลองที่ต้องการ

รายการข้อมูล	ข้อมูล
1. ความเข้มข้นซัลเฟต	
- น้ำเข้า	643 มก./ล.
- น้ำออก	31.9 มก./ล.
2. ความเข้มข้นซัลไฟด์	
- น้ำออก	173 มก./ล.
- ชุดดักก๊าซ H_2S	120 มก./ล.
3. พีเอชน้ำออก	6.82
4. สภาพนำไฟฟ้า	3605 ไมโคร โมห์/ซม.

หลักการ คือ การเทียบสัดส่วนแต่ละรูปของมวลซัลเฟอร์รูปต่างๆที่ออกจากระบบกับมวลซัลเฟอร์เข้าระบบทั้งหมด โดยกำหนดปริมาณน้ำเสียเข้าระบบทั้งหมด เท่ากับ 8 ลิตร/วัน

$$\begin{aligned} \text{มวลซัลเฟอร์เข้าระบบทั้งหมด} &= \text{ซัลเฟตน้ำเข้า} / 3 \times \text{ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด} \\ &= 643 / 3 \times 8 = 1715 \text{ มก. ซัลเฟอร์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลซัลเฟอร์ในรูปซัลเฟตน้ำออก} &= \text{ซัลเฟตน้ำออก} / 3 \times \text{ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด} \\ &= 31.9 / 3 \times 8 = 85.1 \text{ มก. ซัลเฟอร์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลซัลเฟอร์ในรูปซัลไฟด์น้ำออกทั้งหมด} &= \text{ซัลไฟด์น้ำออกทั้งหมด} \times \text{ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด} \\ &= 173 \times 8 = 1384 \text{ มก. ซัลเฟอร์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลซัลเฟอร์ในรูปก๊าซ } H_2S &= \text{ซัลไฟด์ในจุดดักก๊าซ } H_2S \times \text{ปริมาตรสารละลายในจุดดัก} \\ &= 120 \times 0.5 = 60 \text{ มก. ซัลเฟอร์} \end{aligned}$$

สำหรับซัลไฟด์น้ำออกทั้งหมดจะอยู่ใน 2 รูป คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ละลายไม่แตกตัว ($H_2S_{(sol)}$) และไอออนไฮโดรซัลไฟด์ (HS^-) เนื่องจากค่าพีเอชน้ำออกเท่ากับ 6.82 ซึ่งไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการแตกตัวของ HS^- โดยสามารถหาสัดส่วนของซัลไฟด์ทั้งสองรูปได้โดยใช้วิธีของ มันสิน ดันจุกเวกรม์ (2538)

$$pK' = 6.874 \text{ (} 30^\circ C \text{ , ค่าสภาพนำไฟฟ้า 3605 ไมโคร โมห์/ซม.)}$$

$$pH - pK' = 6.82 - 6.874 = -0.054$$

$$J = H_2S / (H_2S + HS^-) = 53 \%$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น มวลซัลเฟอร์ในรูป } H_2S_{(sol)} &= \text{มวลซัลเฟอร์ในรูปซัลไฟด์น้ำออกทั้งหมด} \times 53/100 \\ &= 1384 \times 53 / 100 = 733.5 \text{ มก. ซัลเฟอร์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น มวลซัลเฟอร์ในรูป } HS^- &= \text{มวลซัลเฟอร์ในรูปซัลไฟด์น้ำออกทั้งหมด} \times (1-53/100) \\ &= 1384 \times (1-53 / 100) = 650.5 \text{ มก. ซัลเฟอร์} \end{aligned}$$

สัดส่วนการแปรรูปสารประกอบซัลเฟอร์ในรูปต่างๆ

$$\begin{aligned} \text{รูปซัลเฟตน้ำออก} &= \text{มวลซัลเฟอร์ในรูปซัลเฟตน้ำออก} / \text{มวลซัลเฟอร์ในระบบ} \\ &= 85.1 / 1715 \times 100 = 4.96 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{รูป H}_2\text{S}_{(\text{sol})} &= \text{มวลซัลเฟอร์ในรูป H}_2\text{S}_{(\text{sol})} / \text{มวลซัลเฟอร์ในระบบ} \\ &= 733.5 / 1715 \times 100 = 42.8 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{รูป HS}^- &= \text{มวลซัลเฟอร์ในรูป HS}^- / \text{มวลซัลเฟอร์ในระบบ} \\ &= 650.5 / 1715 \times 100 = 37.9 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{รูปก๊าซ H}_2\text{S} &= \text{มวลซัลเฟอร์ในรูปก๊าซ H}_2\text{S} / \text{มวลซัลเฟอร์ในระบบ} \\ &= 60 / 1715 \times 100 = 3.50 \% \end{aligned}$$

$$\text{ผลรวมสมมูลมวลซัลเฟอร์} = 4.96 + 42.8 + 37.9 + 3.50 = 89.2 \%$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

นายอุรษา เศรษฐ์ธีรภักดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2515 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนวัดศุภชริวราราม เมื่อปี พ.ศ. 2533 และได้เข้าศึกษาต่อในคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีเดียวกัน โดยได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เมื่อปี พ.ศ. 2537 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2539



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย