เอกสารอ้างอิง

ประกิต จั่นอุไร "ผลของแอเรเตอร์โหลดดิงที่มีต่อการกำจัดเหล็กในระบบทรายกรองเร็ว" วิทยานิพนธ์,ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล, บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2522

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ "การกำจัดเหล็กและแมงกานิส" วิศวกรรมการประปา เล่ม 2, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2527

Applebuam, SB., and Bretchgen, M.E. "Removal of Iron and Manganese from Water" Journal AWWA 3 (1961) : 400

Babbitt, H.E., Doland, J.J., and Cleasby, J.L. Water Supply Engineering. New York : MC Graw-Hill Book Co., 1962

Bernard Pouey "Membrane Gas/Liquid Contactor" Gas Absorption Cooperation between the L.C.G.E. - I.N.S.A., France and Chularlongkorn University, Thailand.

Brown, R.L. "Aeration Experiments at Memphis, Tenn." Journal AWWA 44 (April 1952) : 336 - 344

Donalson, W. "Aeration Experiments for Removal of Carbonic Acid." Engineering News Rec. 90 (May 1923). 874.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Engelbretch, R.S.,O'Connor, J.T. and Ghosh,M.
"Iron Removal by Aeration and Filtration"
Water and Sewage Works Journal 114 (April 1967)

Ghosh,M.M.,O'Connor, J.T., and Engelbretch, R.S.
"Precipitation of Iron in Aerated Ground Water." Journal of Sanitary Engineering Division,Proc American Society Civil Engineers. 92 (1966) : 199-213

Ghosh,M.M., O'Connor J.T., and Engelbretch, R.S.
"Removal of Iron from Ground Water by Filtration." Journal AWWA. (July 1967) : 878- 896

Limrat, S. "An Investigation into the use of tray Aerator for Iron Removal" Master's thesis No. 224, Seato Graduate School of Engineering, Bangkok, 1968

Longley, J.M., Engelbrech, R.S., and Margrave, G.E.
"Laboratory and Field Studies on the treatment of Iron bearing Waters." Journal AWWA 54 (1962) : 731 - 745.

Robinson, Jr., L.R. "Iron and Manganese Precipitation in Low Alkalinity Ground Waters" Water and Sewage Works Journal 115 (November 1968) : 514 - 518.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Robinson, Jr., L.R. "How Silica Affects Iron Removal." Water and Sewage Journal. (March 1975) : 74 - 77

"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 15 Ed. Amer. Pub. Health Assn.,Washington D.C. (1980)

Vitayudom, Veera "Iron Removal from Water Supplies" Master's Thesis No. 189, Seato Graduate School of Engineering Bangkok, 1967.

Weston, R.S. "Some Experiences in the Deferrization and Demanganization of Water" Journal NEWWA 28 (December 1914) : 27 - 59

Windsor Sung and James J Morgan "Kinetic and Product of Ferrous Iron Oxygenation in Aqueous Systems" Environmental Science & Technology Journal 14,5 (May 1980) : 561 - 568.

Y.Aurelle, M.Roustan, H.Roques, "Mise au point et etude de contacteurs gaz-liquide a membranes" Presented at Cangees Filtra - 86 October 3, 1986 Paris.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กที่ความดัน 0.50 บาร์

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	29/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	3.80
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	32.50
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	97	0.12
3	98	0.08
5	98	0.08
10	98	0.08
15	98	0.08
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

DATE	29/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	34.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	97	0.12
3	98	0.08
5	98	0.08
10	98	0.08
15	98	0.08
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	29/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	34.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	97	0.12
3	98	0.08
5	98	0.08
10	98	0.08
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

DATE	29/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	36.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	97	0.12
3	98	0.08
5	98	0.08
10	98	0.08
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	29/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.90
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	36.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	97	0.12
3	98	0.08
5	98	0.08
10	98	0.08
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	26/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.00
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.00
EFFICIENCY	85.19	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	92	0.34
3	95	0.20
5	97	0.12
10	98	0.08
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

DATE	31/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	35.00
EFFICIENCY	85.19	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	93	0.30
3	95	0.20
5	97	0.12
10	98	0.08
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	31/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l	0.20	5.00
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	35.00
EFFICIENCY	85.19	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	93	0.30
3	95	0.20
5	97	0.12
10	98	0.08
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

DATE	31/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.90
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	35.00
EFFICIENCY	85.19	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	92	0.34
3	93	0.30
5	93	0.30
10	97	0.12
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	26/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.50
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	37.00
EFFICIENCY	92.59	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	95	0.20
3	97	0.12
5	98	0.08
10	98	0.08
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	25/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	3.70
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.00
EFFICIENCY	81.58	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	82	0.76
0	90	0.40
3	95	0.20
5	96	0.14
10	96	0.14
15	96	0.14
20	96	0.14
30	96	0.14
45	96	0.14

DATE	25/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	3.90
pH	7.02	7.02
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	31.00	35.00
EFFICIENCY	86.84	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	82	0.76
0	87	0.52
3	94	0.24
5	95	0.20
10	96	0.14
15	97	0.10
20	97	0.10
30	97	0.10
45	97	0.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	25/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.90
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	36.00
EFFICIENCY	86.84	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	82	0.76
0	88	0.48
3	93	0.28
5	95	0.20
10	96	0.14
15	97	0.10
20	97	0.10
30	97	0.10
45	97	0.10

DATE	26/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.60
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	32.20	38.80
EFFICIENCY	89.47	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	82	0.76
0	88	0.52
3	90	0.42
5	91	0.40
10	92	0.34
15	96	0.16
20	97	0.12
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	26/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.00
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	32.50	39.00
EFFICIENCY	89.47	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	82	0.76
0	93	0.30
3	96	0.16
5	97	0.12
10	98	0.08
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	28/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.10
pH	7.15	7.15
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.50
EFFICIENCY	84.00	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	77	1.00
0	90	0.38
3	91	0.36
5	92	0.28
10	95	0.16
15	95	0.16
20	95	0.16
30	95	0.16
45	95	0.16

DATE	28/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.10
pH	7.10	7.05
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	35.00
EFFICIENCY	88.00	
P1 (BAR)	2.60	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	77	1.00
0	89	0.42
3	91	0.36
5	94	0.22
10	95	0.16
15	96	0.12
20	96	0.12
30	96	0.12
45	96	0.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE 29/9/34

PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.60
pH	6.95	6.85
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	34.00
EFFICIENCY	92.31	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76	1.04
0	90	0.38
3	91	0.36
5	93	0.24
10	96	0.12
15	96	0.12
20	97	0.08
30	97	0.08
45	97	0.08

DATE 29/9/34

PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.10
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	36.00
EFFICIENCY	96.00	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	77	1.00
0	89	0.42
3	94	0.22
5	95	0.16
10	97	0.08
15	98	0.04
20	98	0.04
30	98	0.04
45	98	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	29/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.20
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	37.00
EFFICIENCY	96.00	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	77	1.00
0	86	0.56
3	93	0.24
5	94	0.22
10	97	0.08
15	98	0.04
20	98	0.04
30	98	0.04
45	98	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	7/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.50
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	33.20
EFFICIENCY	79.37	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	72	1.26
0	83	0.70
3	87	0.52
5	89	0.44
10	92	0.30
15	92	0.30
20	92	0.30
30	93	0.26
45	93	0.26

DATE	7/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.00
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.00
EFFICIENCY	81.54	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	71.2	1.30
0	83	0.70
3	87	0.52
5	89	0.44
10	92	0.30
15	94	0.24
20	94	0.24
30	94	0.24
45	94	0.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	11/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.80
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	34.00
EFFICIENCY	88.33	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	73	1.20
0	87	0.52
3	89	0.46
5	91	0.36
10	93	0.26
15	95	0.20
20	96.50	0.14
30	96.50	0.14
45	96.50	0.14

DATE	11/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.20
pH	7.10	7.05
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	36.00
EFFICIENCY	93.65	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	72	1.26
0	86	0.56
3	90	0.40
5	92	0.30
10	94	0.24
15	95	0.20
20	96	0.16
30	97.50	0.08
45	97.50	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	11/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.50
pH	6.95	6.95
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	37.00
EFFICIENCY	92.24	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	72	1.26
0	86	0.56
3	90	0.40
5	93	0.26
10	94	0.24
15	97	0.12
20	97	0.12
30	98	0.06
45	98	0.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.6 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 1.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	23/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.50
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	33.50
EFFICIENCY	71.62	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	67	1.48
0	78	0.92
3	82	0.74
5	84	0.64
10	85	0.60
15	86	0.56
20	89	0.42
30	89	0.42
45	89	0.42

DATE	23/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.70
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	34.00
EFFICIENCY	79.45	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	68	1.46
0	82	0.74
3	86	0.56
5	87	0.52
10	88	0.48
15	88	0.48
20	89	0.42
30	92	0.30
45	92	0.30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	24/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.20
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	34.00
EFFICIENCY	84.21	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	66.5	1.52
0	82	0.74
3	85	0.60
5	86	0.56
10	91	0.34
15	92	0.30
20	93.5	0.26
30	94	0.24
45	94	0.24

DATE	24/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.60
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	35.00
EFFICIENCY	93.15	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	68	1.46
0	78	0.92
3	83	0.70
5	88	0.48
10	93	0.26
15	94	0.22
20	95	0.20
30	97	0.10
45	97	0.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	24/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	7.10
pH	7.10	7.05
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.50
EFFICIENCY	95.89	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	68	1.46
0	78	0.92
3	85	0.60
5	88	0.48
10	94	0.22
15	98	0.06
20	98	0.06
30	98	0.06
45	98	0.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	17/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.10
pH	6.90	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	32.50
EFFICIENCY	69.77	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	69	1.72
0	71	1.60
3	81	0.96
5	83	0.84
10	87	0.62
15	89	0.52
20	89	0.52
30	89	0.52
45	89	0.52

DATE	18/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.50
pH	6.95	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.20
EFFICIENCY	76.47	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	69.5	1.70
0	71	1.60
3	83	0.84
5	86	0.72
10	89	0.50
15	90	0.44
20	91	0.40
30	91	0.40
45	91	0.40

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	18/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.20
pH	6.90	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	35.00
EFFICIENCY	81.40	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	69	1.72
0	80	1.02
3	88	0.56
5	91	0.40
10	92	0.36
15	93	0.32
20	93	0.32
30	93	0.32
45	93	0.32

DATE	18/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.30
pH	6.90	6.85
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	36.00
EFFICIENCY	88.64	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	68	1.76
0	78	1.16
3	87	0.62
5	91	0.40
10	94	0.26
15	95	0.20
20	95	0.20
30	95	0.20
45	95	0.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	20/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.90
pH	7.05	6.95
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	36.20
EFFICIENCY	95.45	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	68	1.76
0	74	1.40
3	84	0.80
5	93	0.32
10	96	0.16
15	97	0.10
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.8 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ประมาณ 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	30/9/34		TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
PARAMETER	INF	EFF			
Q (l/hr)	60.00		Inf(mean)	60	1.96
D.O. (mg/l)	0.20	5.00	0	69	1.44
pH	7.05	7.00	3	74	1.16
AIR (cc/min)	10.00		5	77	1.00
TEMP ('C)	29.00	33.50	10	80	0.84
EFFICIENCY	67.35		15	82	0.78
P1 (BAR)	2.80		20	84	0.68
P2 (BAR)	0.50		30	85	0.64
P3 (BAR)	0.50		45	85	0.64

DATE	30/9/34		TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
PARAMETER	INF	EFF			
Q (l/hr)	50.00		Inf(mean)	60	1.96
D.O. (mg/l)	0.20	5.30	0	78	0.96
pH	7.05	6.90	3	78	0.96
AIR (cc/min)	10.00		5	80	0.84
TEMP ('C)	29.00	34.00	10	83	0.72
EFFICIENCY	69.39		15	84	0.68
P1 (BAR)	3.20		20	85	0.64
P2 (BAR)	0.50		30	86	0.60
P3 (BAR)	0.50		45	86	0.60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	30/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.70
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.00
EFFICIENCY	76.04	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	61	1.92
0	71	1.32
3	78	0.96
5	82	0.78
10	85	0.64
15	87.5	0.52
20	89	0.46
30	89	0.46
45	89	0.46

DATE	1/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.80
pH	7.00	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	36.00
EFFICIENCY	83.67	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	60	1.96
0	75	1.12
3	80	0.84
5	85	0.64
10	89	0.44
15	92	0.32
20	92	0.32
30	92	0.32
45	92	0.32

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	1/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.80
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	37.00
EFFICIENCY	89.58	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.50	
P3 (BAR)	0.50	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	61	1.92
0	73	1.22
3	81	0.80
5	85	0.64
10	90	0.40
15	95	0.20
20	95	0.20
30	95	0.20
45	95	0.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กที่ความดัน 1.00 บาร์

ตารางที่ ก.9 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.30
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.80	34.80
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	97	0.12
3	98	0.08
5	99	0.04
10	99	0.04
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	33.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	98	0.08
3	98	0.08
5	99	0.04
10	99	0.04
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	97	0.12
3	98	0.08
5	99	0.04
10	99	0.04
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	36.50
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	98	0.08
3	98	0.08
5	99	0.04
10	99	0.04
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.00
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	38.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.00	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	94	0.26
0	98	0.08
3	98	0.08
5	99	0.04
10	99	0.04
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.10 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	29/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.00
pH	6.90	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.70	33.00
EFFICIENCY	85.19	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	1.00	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	91	0.40
3	95	0.20
5	96	0.16
10	97	0.12
15	97	0.12
20	97	0.12
30	98	0.08
45	98	0.08

DATE	1/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.10
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	34.00
EFFICIENCY	85.19	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	90	0.42
3	93	0.30
5	95	0.20
10	97	0.12
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	31/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.70
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	37.50
EFFICIENCY	92.59	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	92	0.34
3	95	0.20
5	96	0.16
10	97	0.12
15	98	0.08
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

DATE	31/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.00
EFFICIENCY	92.59	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87.5	0.54
0	93	0.30
3	95	0.20
5	97	0.12
10	97	0.12
15	98	0.08
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	29/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.10
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.20	36.50
EFFICIENCY	92.73	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	1.00	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	87	0.55
0	93	0.30
3	95	0.20
5	97	0.12
10	98	0.08
15	98	0.08
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.11 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	26/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.25
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	31.80	35.80
EFFICIENCY	88.89	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	83	0.72
0	92	0.34
3	96	0.16
5	96.5	0.14
10	97	0.12
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

DATE	26/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.90
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	31.00	35.20
EFFICIENCY	88.89	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	83	0.72
0	90	0.42
3	96	0.16
5	97	0.12
10	98	0.08
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	1/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.30
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.80
EFFICIENCY	85.00	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	81	0.80
0	86	0.60
3	91	0.40
5	92	0.34
10	95	0.20
15	96	0.16
20	97	0.12
30	97	0.12
45	97	0.12

DATE	1/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.45
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.20	36.00
EFFICIENCY	89.47	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	82	0.76
0	88	0.52
3	91	0.40
5	92	0.34
10	95	0.20
15	97	0.12
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	26/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.45
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	37.20
EFFICIENCY	94.44	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	83	0.72
0	92	0.34
3	96	0.16
5	97	0.12
10	98	0.08
15	99	0.04
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.12 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	29/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.20
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	34.00
EFFICIENCY	84.62	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76	1.04
0	87	0.50
3	90	0.38
5	92	0.30
10	93	0.24
15	94	0.22
20	95	0.16
30	95	0.16
45	95	0.16

DATE	29/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.30
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.50	34.00
EFFICIENCY	88.46	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76	1.04
0	88	0.46
3	90	0.38
5	92	0.30
10	94	0.22
15	95	0.16
20	95	0.16
30	96	0.12
45	96	0.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	29/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.80
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.00
EFFICIENCY	88.00	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	77	1.00
0	86	0.56
3	91	0.36
5	93	0.24
10	96	0.12
15	96	0.12
20	96	0.12
30	96	0.12
45	96	0.12

DATE	31/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.90
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	36.50
EFFICIENCY	88.00	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	77	1.00
0	84	0.68
3	89	0.46
5	91	0.40
10	93	0.30
15	94	0.26
20	96	0.16
30	97	0.12
45	97	0.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	29/9/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	7.20
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	36.00
EFFICIENCY	92.31	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76	1.04
0	84	0.64
3	92	0.30
5	95	0.16
10	97	0.08
15	97	0.08
20	97	0.08
30	97	0.08
45	97	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.13 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	17/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.00
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	33.70
EFFICIENCY	79.69	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76	1.28
0	84	0.78
3	89	0.50
5	90	0.44
10	93	0.32
15	93	0.32
20	93	0.32
30	94	0.26
45	94	0.26

DATE	17/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.80
pH	6.90	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.50	33.70
EFFICIENCY	84.38	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76	1.28
0	89	0.50
3	92	0.36
5	93	0.32
10	94	0.26
15	95	0.20
20	95	0.20
30	95	0.20
45	95	0.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	17/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.60
pH	6.90	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	34.20
EFFICIENCY	87.10	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76.5	1.24
0	83	0.84
3	90	0.44
5	92	0.36
10	95	0.20
15	96	0.16
20	96	0.16
30	96	0.16
45	96	0.16

DATE	17/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.70
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.00
EFFICIENCY	92.19	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	76	1.28
0	85	0.72
3	91	0.40
5	94	0.26
10	96	0.16
15	97	0.10
20	97	0.10
30	97	0.10
45	97	0.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	18/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.15
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	37.00
EFFICIENCY	95.38	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.00	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	75.5	1.30
0	86	0.66
3	93	0.32
5	96	0.16
10	98	0.06
15	98	0.06
20	98	0.06
30	98	0.06
45	98	0.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.14 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.40
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.20	33.80
EFFICIENCY	74.03	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	67.5	1.54
0	71	1.32
3	77	1.00
5	80	0.86
10	84	0.68
15	88	0.52
20	90	0.42
30	91	0.40
45	91	0.40

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.90
pH	7.00	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.80	34.00
EFFICIENCY	80.52	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	67.5	1.54
0	76	1.06
3	80	0.86
5	82	0.78
10	86	0.60
15	90	0.42
20	92	0.34
30	93	0.30
45	93	0.30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	24/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.80
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	35.20
EFFICIENCY	86.30	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	69.5	1.46
0	78	0.96
3	86.5	0.54
5	91	0.36
10	93	0.28
15	94	0.24
20	94	0.24
30	95	0.20
45	95	0.20

DATE	30/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.40
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.00
EFFICIENCY	93.51	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	67.5	1.54
0	74	1.16
3	82	0.76
5	84	0.68
10	89	0.46
15	92	0.34
20	96	0.16
30	97.5	0.10
45	97.5	0.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	31/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.90
pH	7.10	7.05
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	31.00	33.50
EFFICIENCY	96.05	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	68	1.52
0	80	0.86
3	89	0.46
5	90	0.42
10	95	0.20
15	98	0.08
20	98	0.08
30	98.5	0.06
45	98.5	0.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.15 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	20/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.00
pH	7.05	7.05
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.50	34.00
EFFICIENCY	73.26	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	69	1.72
0	80	1.00
3	84	0.78
5	87	0.60
10	88	0.56
15	89	0.52
20	90	0.46
30	90	0.46
45	90	0.46

DATE	20/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.40
pH	7.05	7.05
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.50	33.00
EFFICIENCY	79.55	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	64	1.76
0	75	1.12
3	79	0.92
5	83	0.72
10	86	0.56
15	88	0.48
20	90	0.40
30	91	0.36
45	91	0.36

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	20/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.40
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	25.00	31.20
EFFICIENCY	82.22	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	63	1.80
0	74	1.18
3	80	0.86
5	83	0.72
10	88	0.48
15	91	0.36
20	92	0.32
30	92	0.32
45	92	0.32

DATE	20/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.50
pH	7.00	6.95
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	26.00	33.00
EFFICIENCY	88.64	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	64	1.76
0	77	1.02
3	85	0.62
5	88	0.48
10	92	0.32
15	93	0.28
20	94	0.24
30	95	0.20
45	95	0.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	20/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.10
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	27.00	33.50
EFFICIENCY	95.56	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	63	1.80
0	74	1.16
3	82	0.76
5	87	0.52
10	91	0.36
15	95	0.20
20	97	0.10
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.16 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	6/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.80
pH	7.00	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	34.00
EFFICIENCY	69.61	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	59	2.04
0	69	1.44
3	79	0.92
5	82	0.76
10	84	0.68
15	85.5	0.62
20	85.5	0.62
30	85.5	0.62
45	85.5	0.62

DATE	6/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	50.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.90
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	32.00	36.00
EFFICIENCY	73.96	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	61	1.92
0	69	1.44
3	81	0.82
5	84	0.68
10	86	0.60
15	87	0.54
20	88	0.50
30	88	0.50
45	88	0.50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	6/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.20
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	35.00
EFFICIENCY	81.00	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	61	2.00
0	69	1.44
3	81	0.86
5	85	0.64
10	87.5	0.54
15	90	0.42
20	91	0.38
30	91	0.38
45	91	0.38

DATE	6/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	30.00	
D.O. (mg/l)	0.20	7.30
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	32.00	38.00
EFFICIENCY	87.50	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	61	1.92
0	75	1.12
3	89	0.44
5	92	0.32
10	94	0.24
15	94	0.24
20	94	0.24
30	94	0.24
45	94	0.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	6/10/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.60
pH	7.00	6.95
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	35.00
EFFICIENCY	93.81	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	1.10	
P3 (BAR)	1.00	

TIME (min)	%T	Fe^{+2} (mg/l)
Inf(mean)	62	1.94
0	82	0.76
3	83	0.72
5	88	0.05
10	93	0.28
15	96	0.16
20	97	0.12
30	97	0.12
45	97	0.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กที่ความดัน 0.25 บาร์

ตารางที่ ก.17 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	6/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	3.4
pH	7.10	7.1
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	33.5
EFFICIENCY	80.00	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	78	1.00
0	85	0.64
3	88	0.52
5	91	0.38
10	93	0.30
15	94	0.26
20	95	0.20
30	95	0.20
45	95	0.20

DATE	14/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.30
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	33.00
EFFICIENCY	91.30	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	79	0.92
0	84	0.68
3	87	0.54
5	89	0.46
10	90	0.40
15	92	0.32
20	93	0.28
30	95	0.20
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	14/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.50
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	35.00
EFFICIENCY	91.84	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	78	0.98
0	85	0.64
3	87	0.54
5	89	0.46
10	90	0.40
15	93	0.28
20	95	0.20
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.18 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	6/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	3.40
pH	7.00	6.90
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	33.00
EFFICIENCY	72.37	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	68	1.52
0	74	1.20
3	78	1.00
5	81	0.84
10	83	0.74
15	84	0.70
20	87	0.56
30	89	0.46
45	90	0.42

DATE	11/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.20
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	34.00
EFFICIENCY	82.67	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	68.50	1.50
0	79	0.92
3	80	0.88
5	80	0.88
10	83	0.74
15	85	0.64
20	88	0.50
30	90	0.42
45	94	0.26

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	9/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.10
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.20	37.00
EFFICIENCY	94.52	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	69	1.46
0	76.50	1.10
3	79	0.92
5	81	0.84
10	84	0.70
15	87	0.56
20	90	0.42
30	95	0.20
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.19 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	8/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	3.40
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.20
EFFICIENCY	60.00	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	70	2.00
0	72	1.40
3	74	1.28
5	77	1.20
10	77	1.04
15	79	1.04
20	82	0.92
30	82	0.80
45	83	0.80

DATE	8/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	3.95
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	35.00
EFFICIENCY	75.00	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	59	2.08
0	65	1.68
3	69	1.46
5	70.5	1.38
10	79	0.92
15	84	0.70
20	85	0.64
30	87	0.56
45	88	0.52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	8/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.60
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.20	37.00
EFFICIENCY	88.07	
P1 (BAR)	2.80	
P2 (BAR)	0.25	
P3 (BAR)	0.25	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	57.50	2.18
0	65.50	1.66
3	69	1.46
5	74	1.20
10	79.50	0.90
15	84	0.70
20	87.50	0.52
30	90	0.40
45	94	0.26

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กที่ความดัน 0.75 บาร์

ตารางที่ ก.20 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	12/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.05
pH	7.10	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.50	33.00
EFFICIENCY	86.67	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	80	0.90
0	84	0.70
3	89	0.46
5	90	0.40
10	92	0.34
15	95	0.22
20	96	0.18
30	97	0.12
40	97	0.12

DATE	14/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.90
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	33.20
EFFICIENCY	91.84	
P1 (BAR)	3.10	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	78	0.98
0	85	0.64
3	88	0.50
5	89	0.44
10	92	0.32
15	95	0.20
20	98	0.08
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	14/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.80
pH	7.10	7.10
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	28.00	35.00
EFFICIENCY	95.92	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	78	0.98
0	84	0.68
3	89	0.46
5	92	0.34
10	95	0.20
15	98	0.08
20	99	0.04
30	99	0.04
45	99	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.21 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 1.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	12/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	4.40
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.50	33.50
EFFICIENCY	75.00	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	68	1.52
0	76	1.08
3	81	0.84
5	82	0.80
10	86	0.60
15	87	0.56
20	89	0.46
30	91	0.38
45	91	0.38

DATE	7/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.70
pH	7.05	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	34.00
EFFICIENCY	86.30	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf	69	1.46
0	79	0.92
3	80	0.88
5	82	0.80
10	86	0.60
15	90	0.40
20	92	0.34
30	95	0.20
45	95	0.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	11/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.20
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	29.00	34.00
EFFICIENCY	94.52	
P1 (BAR)	2.90	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	69	1.46
0	76	1.08
3	80	0.88
5	86	0.60
10	90	0.40
15	92	0.34
20	95	0.20
30	98	0.08
45	98	0.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.22 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสในน้ำดิบสังเคราะห์ ประมาณ 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการสูบน้ำดิบสังเคราะห์ต่างๆ

DATE	8/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	60.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.50
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	31.00	33.50
EFFICIENCY	64.42	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	59	2.08
0	68	1.52
3	73	1.24
5	77	1.04
10	80	0.88
15	81	0.84
20	82	0.80
30	83	0.74
45	83	0.74

DATE	7/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	40.00	
D.O. (mg/l)	0.20	5.70
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.00
EFFICIENCY	78.10	
P1 (BAR)	3.20	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	58.50	2.10
0	71	1.36
3	76	1.08
5	81	0.84
10	83	0.74
15	89	0.46
20	89	0.46
30	89	0.46
45	89	0.46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE	7/11/34	
PARAMETER	INF	EFF
Q (l/hr)	20.00	
D.O. (mg/l)	0.20	6.20
pH	7.00	7.00
AIR (cc/min)	10.00	
TEMP ('C)	30.00	34.00
EFFICIENCY	90.57	
P1 (BAR)	3.00	
P2 (BAR)	0.75	
P3 (BAR)	0.75	

TIME (min)	%T	Fe^{+2}(mg/l)
Inf(mean)	58	2.12
0	77	1.28
3	79	0.92
5	85	0.64
10	92	0.34
15	95	0.20
20	95	0.20
30	95	0.20
45	95	0.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

การหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจน

1. ทฤษฎีพื้นฐานของการถ่ายเทออกซิเจน

ทฤษฎีพื้นฐานของการถ่ายเทออกซิเจน คือ อัตราการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศสู่น้ำจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับค่าความขาดแคลนของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำนั้นๆ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{dc}{dt} = K_La\ (C_s - C_t)$$

$\frac{dc}{dt}$ = อัตราการถ่ายเทออกซิเจน, มิลลิกรัมต่อลิตร-ชั่วโมง

K_La = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจน, ต่อชั่วโมง

C_s = ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนละลายที่อุณหภูมิ, ความดันขณะที่ทำการทดลอง, มิลลิกรัมต่อลิตร-ชั่วโมง

C_t = ความเข้มข้นของออกซิเจนที่เวลา t, มิลลิกรัมต่อลิตร

2. ขั้นตอนในการทำการทดลองหาค่า K_La ของถังปฏิกรณ์วนเวียนแนวดิ่ง

1. เติมน้ำในถังเก็บน้ำ ปริมาตรของน้ำในถังเก็บเท่ากับ 50 ลิตร เติมอากาศ จนกระทั่งอิ่มตัวด้วยออกซิเจน
2. วัด ดีโอ ของน้ำในถังเก็บ เพื่อเทียบกับค่าดีโอมาตรฐาน
3. ทำให้ ดีโอ เป็น 0 โดยใช้กาซไนโตรเจนบริสุทธิ์เติมลงในน้ำ เพื่อไล่ออกซิเจนที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ละลายในน้ำ (Air stripping) วัดค่าดีโอ จนได้ใกล้เคียงกับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงหยุดการใส่กาซไนโตรเจน แล้วจึงใช้แผ่นโฟมปิดบนผิวหน้าของน้ำในถังเก็บ เพื่อป้องกันการละลายของออกซิเจนลงสู่น้ำ

4. เริ่มสูบน้ำเข้าถังวนเวียนแนวดึงจนเต็ม ทำการควบคุมการทำงานของถังปฏิกรณ์ โดยความดันเท่ากับ 0.50, 1.00 บาร์ อัตราการสูบน้ำเข้าถังปฏิกรณ์วนเวียนเท่ากับ 20, 30, 40, 50 และ 60 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการอัดอากาศเข้าถังปฏิกรณ์เท่ากับ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ต่อท่อน้ำที่ออกจากถังปฏิกรณ์เข้าสู่ถังเก็บน้ำ คือให้ถังปฏิกรณ์วนเวียนเป็นเครื่องเติมอากาศและถังเก็บเป็นถังที่ต้องการเติมอากาศ

5. วัดค่า ดีโอในถังเก็บน้ำที่เวลา 0, 3, 5, 10, 15, 20, 30 และ 45 นาที ตามลำดับ

3.การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิของการถ่ายเทออกซิเจน

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิของการถ่ายเทออกซิเจน โดยหาค่าความชันของกราฟระหว่างค่าความขาดแคลนออกซิเจน ($C_s - C_t$) กับเวลา ค่า K_La สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$K_La = \frac{(\log D_1 - \log D_2)\ 2.303 \times 60}{t_2 - t_1}$$

D_1 และ D_2 = ค่าความขาดแคลนออกซิเจนที่เวลา t_1 และ t_2 ตามลำดับ

t_1 และ t_2 = เวลา, นาที

2.303 = ค่าเปลี่ยน $\log_e$ เป็น $\log_{10}$

60 = เปลี่ยน หน่วยนาทีเป็นชั่วโมง

4. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจน ของถังปฏิกรณ์วนเวียนแนวดึง

ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ที่ความดัน 0.5 และ 1.0 บาร์ และที่อัตราการสูบน้ำดิบเข้าถังปฏิกรณ์ 20, 30, 40, 50 และ 60 ลิตรต่อชั่วโมง แสดงในตารางที่ ข.1 ถึง ข.10 และ รูปที่ ข.1 ถึง ข.10

ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ 20 ลิตรต่อชั่วโมง จะมีค่าสูงและจะค่อยๆ ลดลงจนต่ำสุดที่อัตราการสูบน้ำดิบ 40 ลิตรต่อชั่วโมง และจะสูงขึ้นตาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัตราการสูบน้ำดิบ ดังแสดงในตารางที่ ข.11 และ รูปที่ ข.11 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่อัตราการสูบน้ำดิบ 20 และ 30 ลิตรต่อชั่วโมง ออกซิเจนในอากาศสามารถละลายในน้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์ได้มากและจะลดลงเมื่ออัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 40 ลิตรต่อชั่วโมง แต่เมื่ออัตราการสูบน้ำดิบเพิ่มขึ้นเป็น 50 และ 60 ลิตรต่อชั่วโมง ออกซิเจนในอากาศจะละลายน้ำได้น้อยลง แต่อัตราการสูบน้ำมากทำให้น้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์แล้ว ถูกสูบเข้าถังปฏิกรณ์อีก เป็นการเติมออกซิเจนเพิ่มขึ้นจึงทำให้สัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนเพิ่มขึ้น ตารางที่ ข.11 และ รูปที่ ข.12 แสดงถึงอัตราการดูดซับออกซิเจน (Absorption) ของน้ำในถังเก็บน้ำ

ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจน และอัตราการดูดซับออกซิเจนจะแปรผันโดยตรงต่อความดันในถังปฏิกรณ์ คือที่ความดันสูง ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนและอัตราการดูดซับออกซิเจนจะสูงกว่าที่ความดันต่ำ ดังแสดงในตารางที่ ข.11 รูปที่ ข.11 และ ข.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 20 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 0.50 บาร์

Q(l/hr)	20.00	K_La 28'C	= 0.42 hr^{-1}
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate	= 165.60 mg/hr
Temp('C)	28.00		= 2.76 mg/min
Pressure(BAR)		K_La 20'C	= 0.35 hr^{-1}
P1	3.00		
P2	0.50		
P3	0.50		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.40		
C_o(mg/l)	0.20		

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	Log(C_s-C_t)
0	7.81	0.30	7.51	0.88
3	7.81	0.35	7.46	0.87
5	7.81	0.40	7.41	0.87
10	7.81	0.70	7.11	0.85
15	7.81	1.00	6.81	0.83
20	7.81	1.20	6.61	0.82
30	7.81	1.60	6.21	0.79
45	7.81	2.40	5.41	0.73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 30 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 0.50 บาร์

Q(l/hr)	30.00	K_La 28'C = 0.31	hr^{-1}
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate = 121.38	mg/hr
Temp('C)	28.00	= 2.02	mg/min
Pressure(BAR)		K_La 20'C = 0.26	hr^{-1}
P1	3.00		
P2	0.50		
P3	0.50		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.40		
C_o(mg/l)	0.20		

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	$Log(C_s-C_t)$
0	7.81	0.30	7.51	0.88
3	7.81	0.35	7.46	0.87
5	7.81	0.40	7.41	0.87
10	7.81	0.50	7.31	0.86
15	7.81	0.70	7.11	0.85
20	7.81	0.95	6.86	0.84
30	7.81	1.30	6.51	0.81
45	7.81	1.82	5.99	0.78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 40 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 0.50 บาร์

Q(l/hr)	40.00	K_La 28.5'C = 0.29hr^{-1}	
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate = 113.51 mg/hr	
Temp('C)	28.50	= 1.89 mg/min	
Pressure(BAR)		K_La 20'C = 0.24hr^{-1}	
P1	3.00		
P2	0.50		
P3	0.50		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.50		
C_o(mg/l)	0.20		

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	Log(C_s-C_t)
0	7.74	0.25	7.49	0.87
3	7.74	0.30	7.44	0.87
5	7.74	0.35	7.39	0.87
10	7.74	0.55	7.19	0.86
15	7.74	0.85	6.89	0.84
20	7.74	1.10	6.64	0.82
30	7.74	1.20	6.54	0.82
45	7.74	1.80	5.94	0.77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 50 ลิตรต่อชั่วโมง และความดัน 0.50 บาร์

Q(l/hr)	50.00	K_La 29'C = 0.32	hr^{-1}
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate = 121.66	mg/hr
Temp('C)	29.00	= 2.03	mg/min
Pressure(BAR)		K_La 20'C = 0.26	hr^{-1}
P1	3.00		
P2	0.50		
P3	0.50		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.20		
C_o(mg/l)	0.20		

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	$Log(C_s-C_t)$
0	7.67	0.30	7.37	0.87
3	7.67	0.30	7.37	0.87
5	7.67	0.40	7.27	0.86
10	7.67	0.50	7.17	0.86
15	7.67	0.70	6.97	0.84
20	7.67	0.95	6.72	0.83
30	7.67	1.30	6.37	0.80
45	7.67	1.80	5.87	0.77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 60 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 0.50 บาร์

Q(l/hr)	60.00	K_La 30'C = 0.43	hr^{-1}
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate = 162.67	mg/hr
Temp('C)	30.00	= 2.71	mg/min
Pressure(BAR)		K_La 20'C = 0.34	hr^{-1}
P1	3.00		
P2	0.50		
P3	0.50		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.10		
C_o(mg/l)	0.20		

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	$Log(C_s-C_t)$
0	7.54	0.30	7.24	0.86
3	7.54	0.40	7.14	0.85
5	7.54	0.55	6.99	0.84
10	7.54	0.80	6.74	0.83
15	7.54	1.00	6.44	0.81
20	7.54	1.30	6.24	0.80
30	7.54	1.70	5.84	0.77
45	7.54	2.50	5.04	0.70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.6 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 20 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 1.00 บาร์

Q(l/hr)	20.00	K_La 28'C = 0.76	hr^{-1}
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate = 294.88	mg/hr
Temp('C)	28.00	= 4.91	mg/min
Pressure(BAR)		K_La 20'C = 0.62	hr^{-1}
P1	3.00		
P2	1.00		
P3	1.00		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.40		
C_o(mg/l)	0.20		

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	Log(C_s-C_t)
0	7.81	0.30	7.51	0.88
3	7.81	0.35	7.46	0.87
5	7.81	0.40	7.41	0.87
10	7.81	1.00	6.81	0.83
15	7.81	1.40	6.41	0.81
20	7.81	1.80	6.01	0.78
30	7.81	2.40	5.41	0.73
45	7.81	3.10	4.71	0.67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.7 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 30 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 1.00 บาร์

Q(l/hr)	30.00
Air(cc/min)	10.00
Temp('C)	30.00
Pressure(BAR)	
P1	3.00
P2	1.00
P3	1.00
Storage Volume(l)	50.00
I(Amp)	3.25
V(Volt)	220.00
DO(mg/l)	7.41
C_o(mg/l)	0.20

K_La 30'C = 0.48 hr^{-1}

Absorptiton Rate = 181.88 mg/hr

= 3.03 mg/min

K_La 20'C = 0.38 hr^{-1}

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	Log(C_s-C_t)
0	7.54	0.30	7.24	0.86
3	7.54	0.35	7.19	0.86
5	7.54	0.40	7.14	0.85
10	7.54	0.50	7.04	0.85
15	7.54	0.95	6.59	0.82
20	7.54	1.30	6.24	0.80
30	7.54	1.70	5.84	0.77
45	7.54	2.50	5.04	0.70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.8 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 40 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 1.00 บาร์

Q(l/hr)	40.00	K_La 29'C = 0.41	hr^{-1}
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate = 157.34	mg/hr
Temp('C)	29.00	= 2.62	mg/min
Pressure(BAR)		K_La 20'C = 0.33	hr^{-1}
P1	3.00		
P2	1.00		
P3	1.00		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.50		
C_o(mg/l)	0.20		

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	Log(C_s-C_t)
0	7.67	0.30	7.34	0.87
3	7.67	0.30	7.37	0.87
5	7.67	0.35	7.32	0.86
10	7.67	0.55	7.12	0.85
15	7.67	0.85	6.82	0.83
20	7.67	1.10	6.57	0.82
30	7.67	1.50	6.17	0.79
45	7.67	2.00	5.67	0.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.9 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 50 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 1.00 บาร์

Q(l/hr)	50.00
Air(cc/min)	10.00
Temp('C)	28.00
Pressure(BAR)	
P1	3.00
P2	1.00
P3	1.00
Storage Volume(l)	50.00
I(Amp)	3.25
V(Volt)	220.00
DO(mg/l)	7.20
C_o(mg/l)	0.20

K_La 28'C = 0.42 hr^{-1}

Absorptiton Rate = 165.60 mg/hr

= 2.76 mg/min

K_La 20'C = 0.35 hr^{-1}

Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	Log(C_s-C_t)
0	7.81	0.30	7.51	0.88
3	7.81	0.30	7.51	0.88
5	7.81	0.40	7.41	0.87
10	7.81	0.70	7.11	0.85
15	7.81	1.00	6.81	0.83
20	7.81	1.20	6.61	0.82
30	7.81	1.60	6.21	0.79
45	7.81	2.20	5.61	0.75

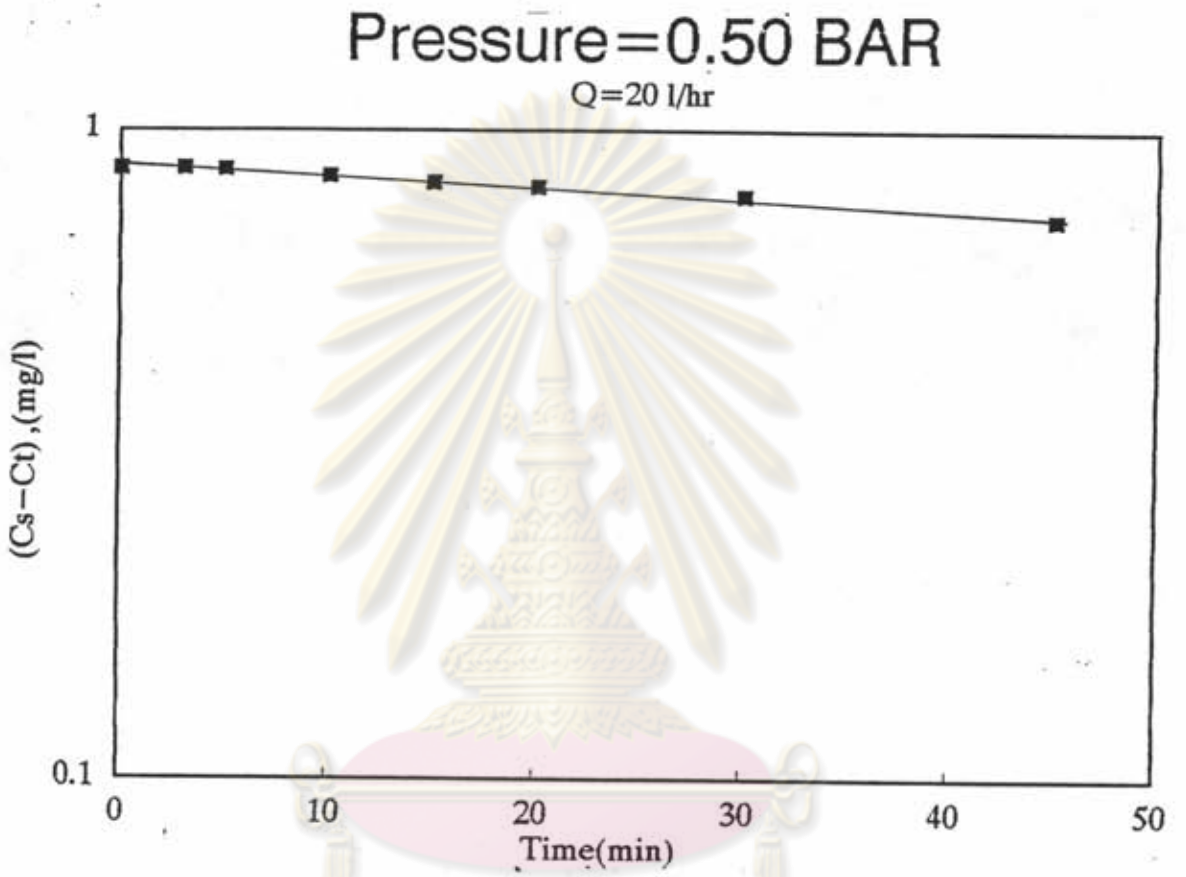
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.10การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบเท่ากับ 60 ลิตรต่อชั่งโมง และความดัน 1.00 บาร์

Q(l/hr)	60.00	K_La 30'C = 0.76	hr^{-1}
Air(cc/min)	10.00	Absorptiton Rate = 284.66	mg/hr
Temp('C)	30.00	= 4.74	mg/min
Pressure(BAR)		K_La 20'C = 0.60	hr^{-1}
P1	3.00		
P2	1.00		
P3	1.00		
Storage Volume(l)	50.00		
I(Amp)	3.25		
V(Volt)	220.00		
DO(mg/l)	7.10		
C_o(mg/l)	0.20		

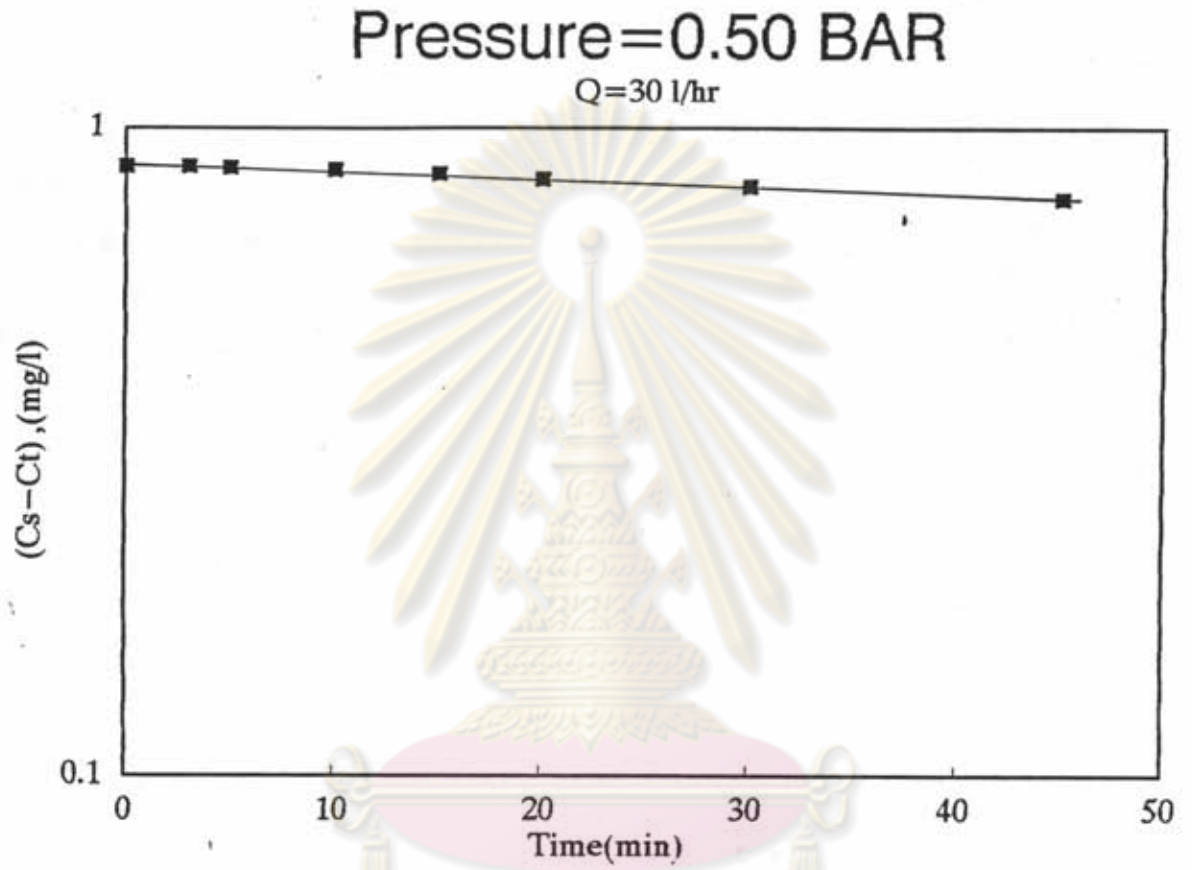
Time(min)	C_s(mg/l)	C_t(mg/l)	(C_s-C_t)	Log(C_s-C_t)
0	7.54	0.30	7.24	0.86
3	7.54	0.40	7.14	0.85
5	7.54	0.50	7.04	0.85
10	7.54	0.90	6.64	0.82
15	7.54	1.40	6.14	0.79
20	7.54	1.70	5.84	0.77
30	7.54	2.40	5.14	0.71
45	7.54	3.00	4.54	0.66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



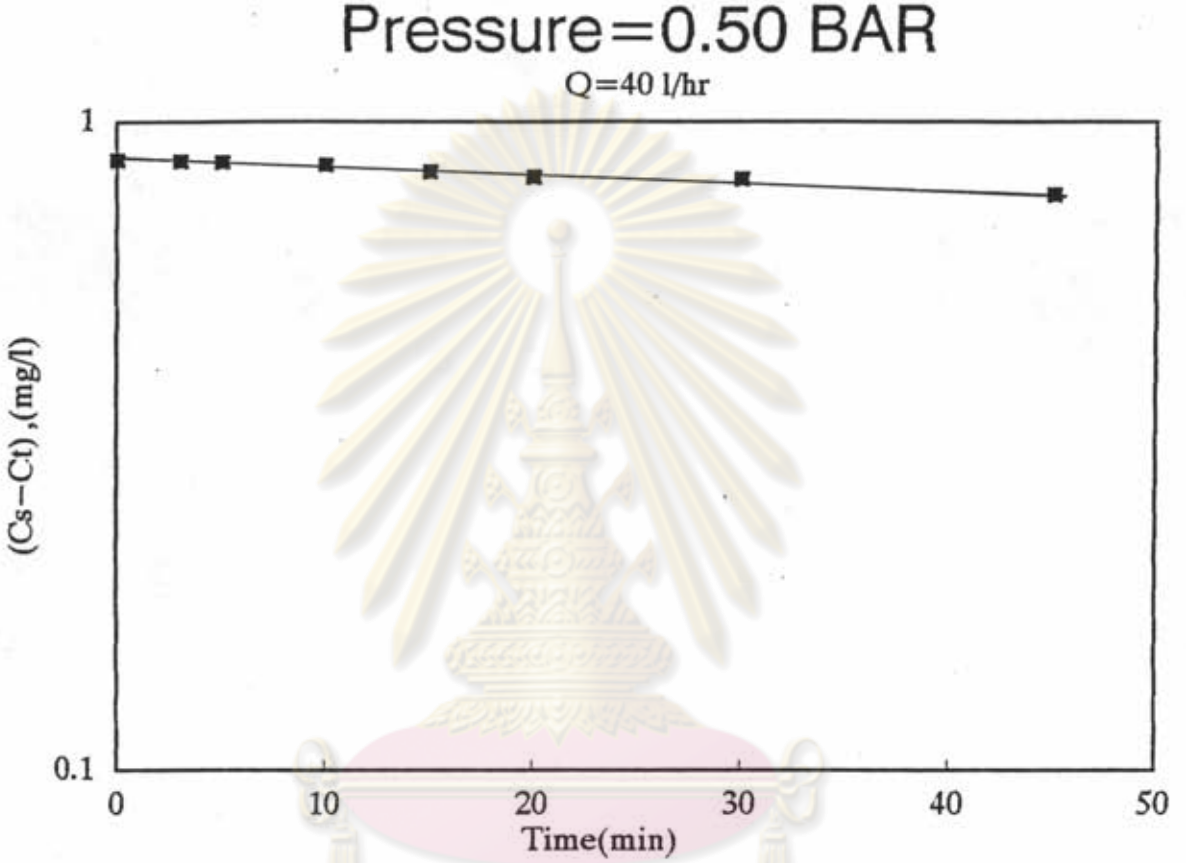
รูปที่ ข.1 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 20 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 0.50 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



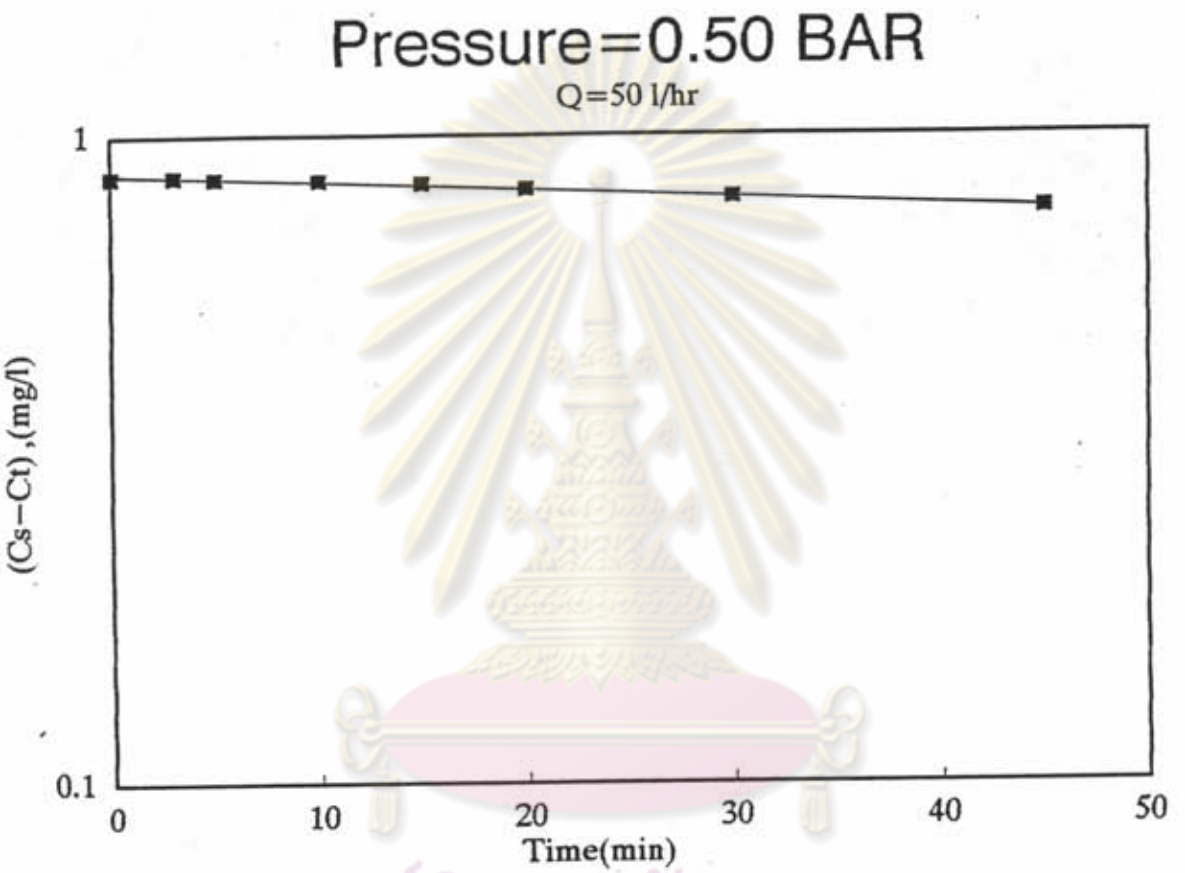
รูปที่ ข.2 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 30 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 0.50 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



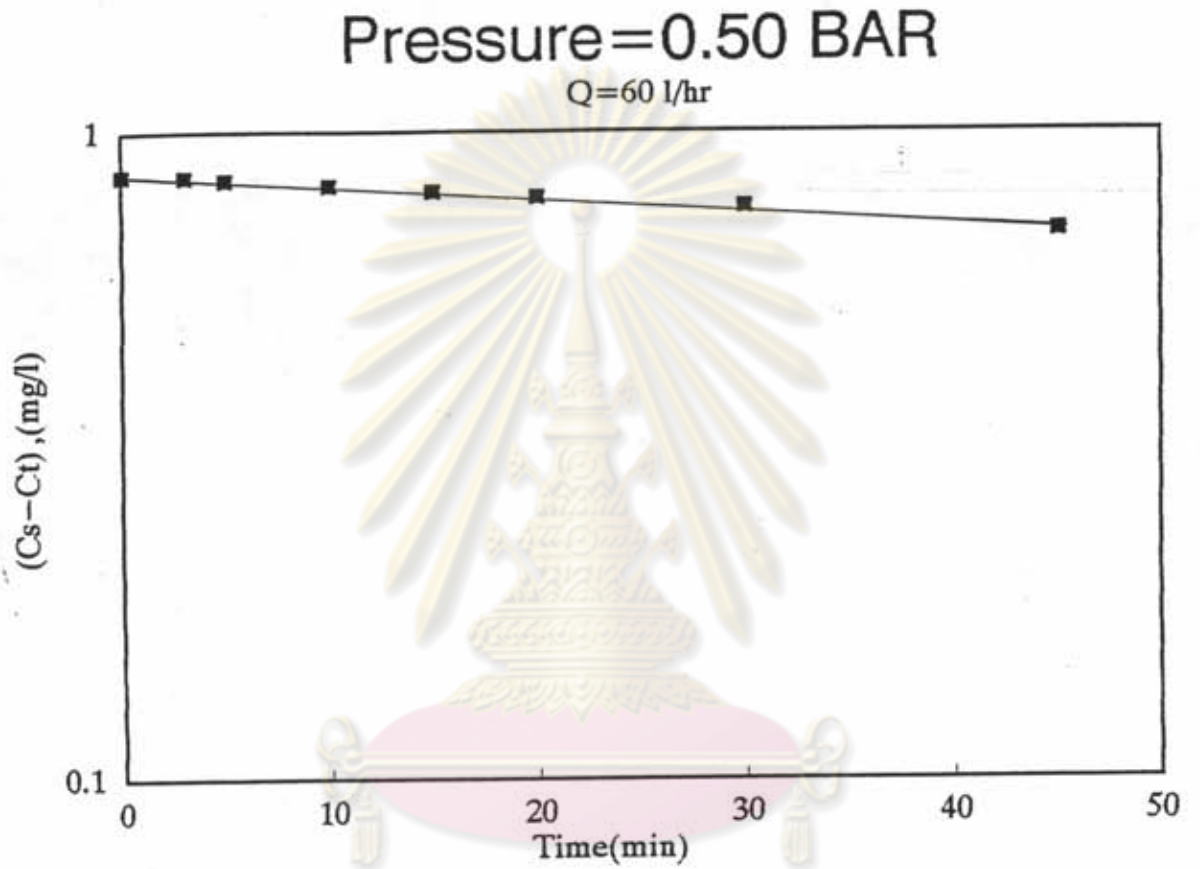
รูปที่ ข.3 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 40 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 0.50 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



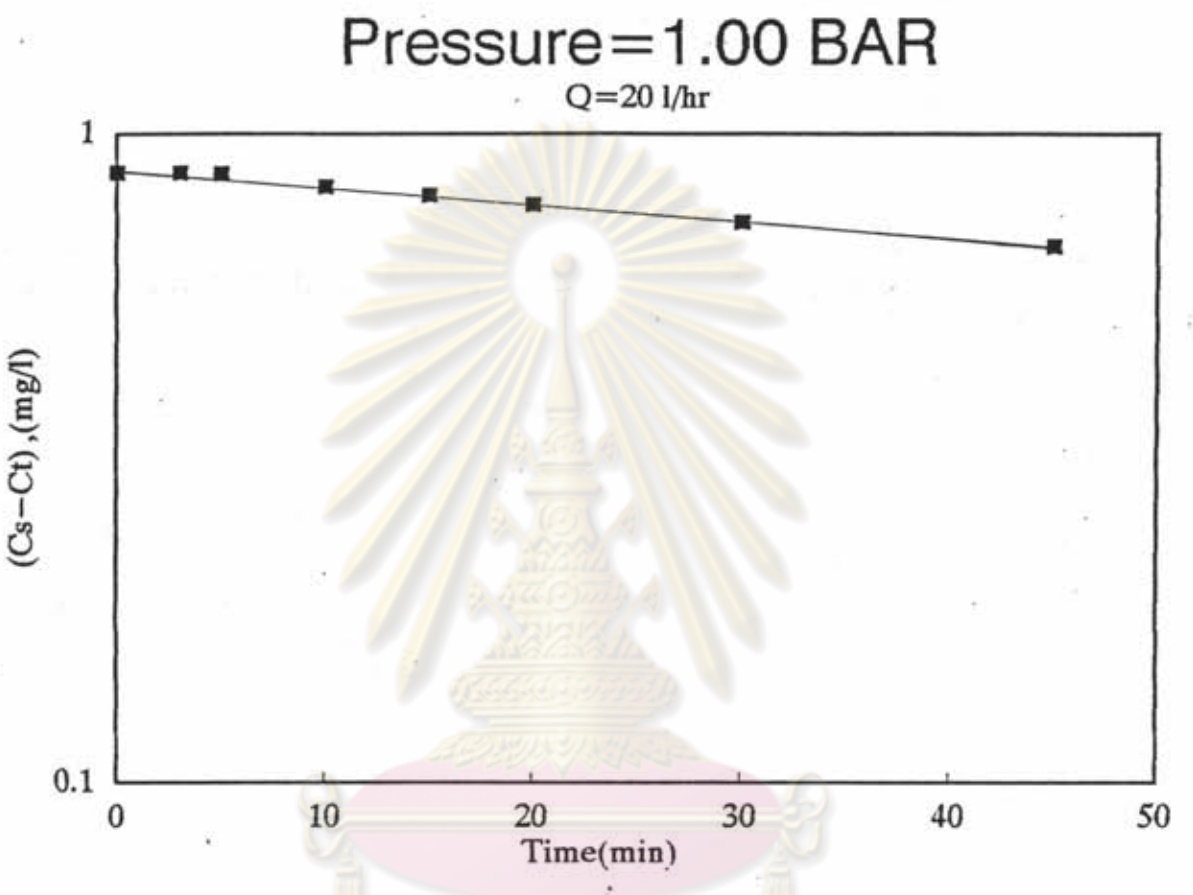
รูปที่ ข.4 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 50 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 0.50 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



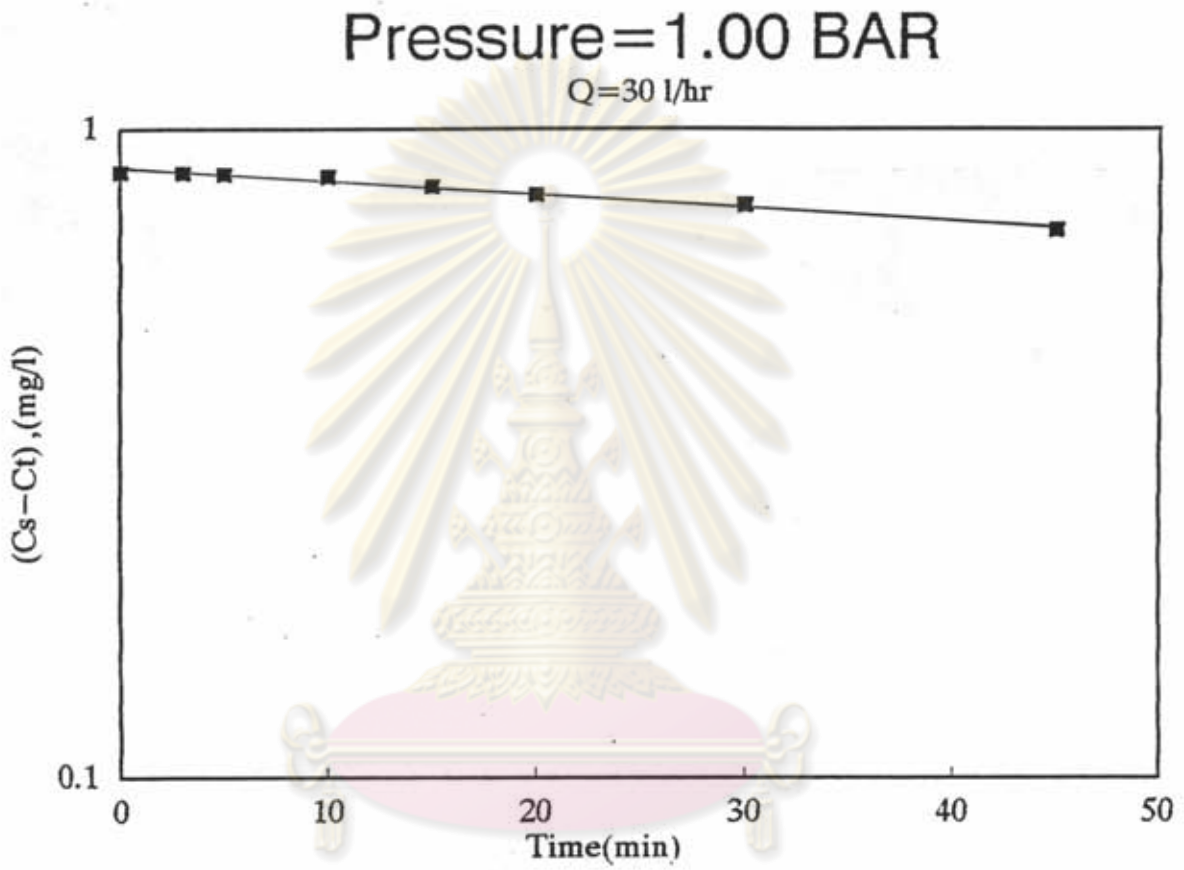
รูปที่ ข.5 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 60 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 0.50 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



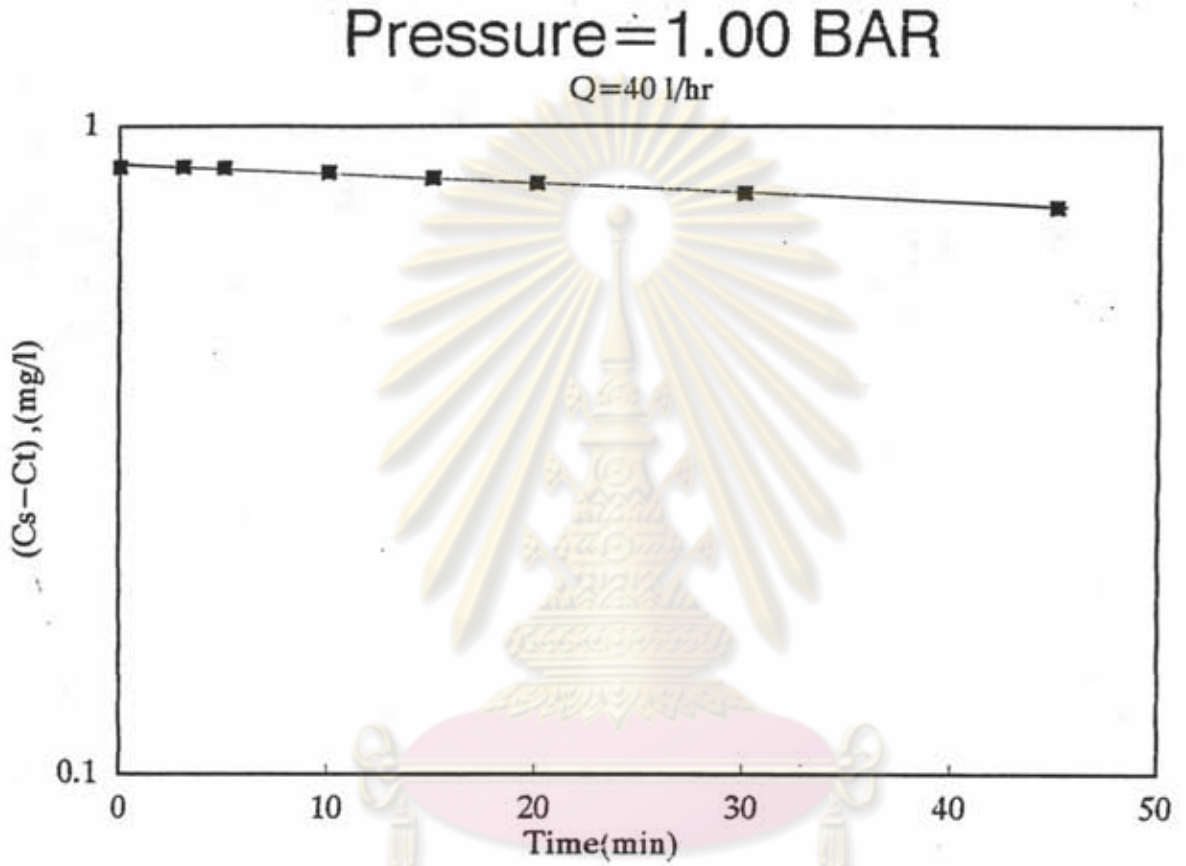
รูปที่ ข.6 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 20 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 1.00 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



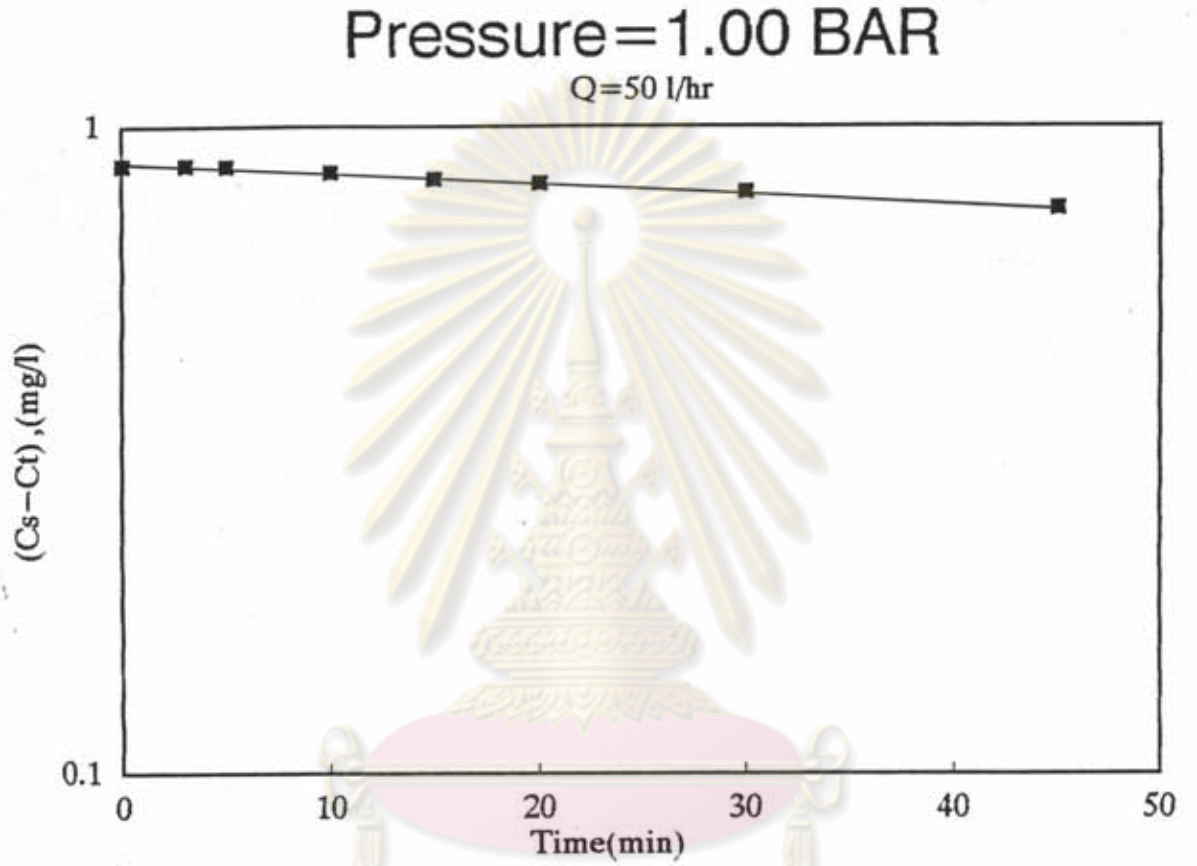
รูปที่ ข.7 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 30 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 1.00 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



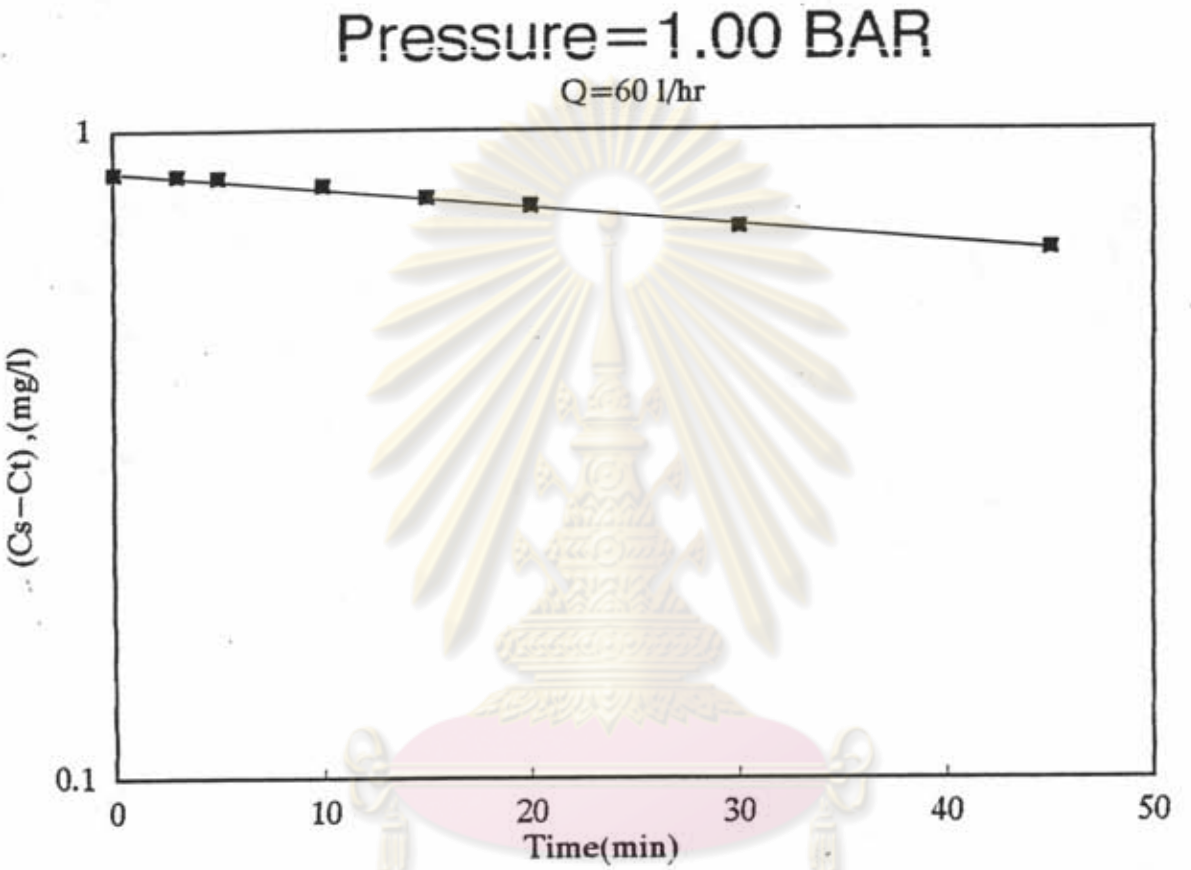
รูปที่ ข.8 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 40 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 1.00 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.9 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 50 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 1.00 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



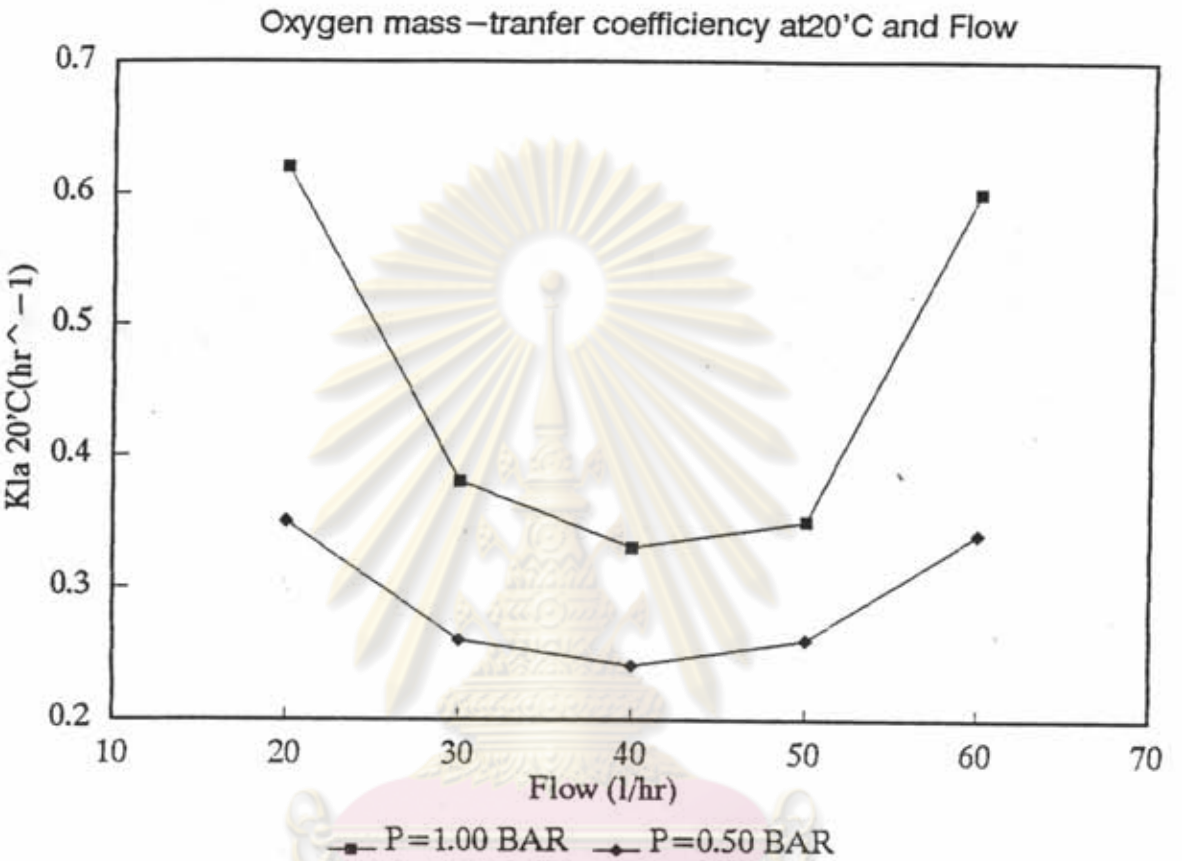
รูปที่ ข.10 การหาสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจนของถังปฏิกรณ์ ที่อัตราการสูบน้ำดิบ = 60 ลิตรต่อชั่วโมง ความดัน 1.00 บาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.11 ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจน ค่าดูดซับออกซิเจน กับอัตราการสูบน้ำดิบและความดันต่างๆ

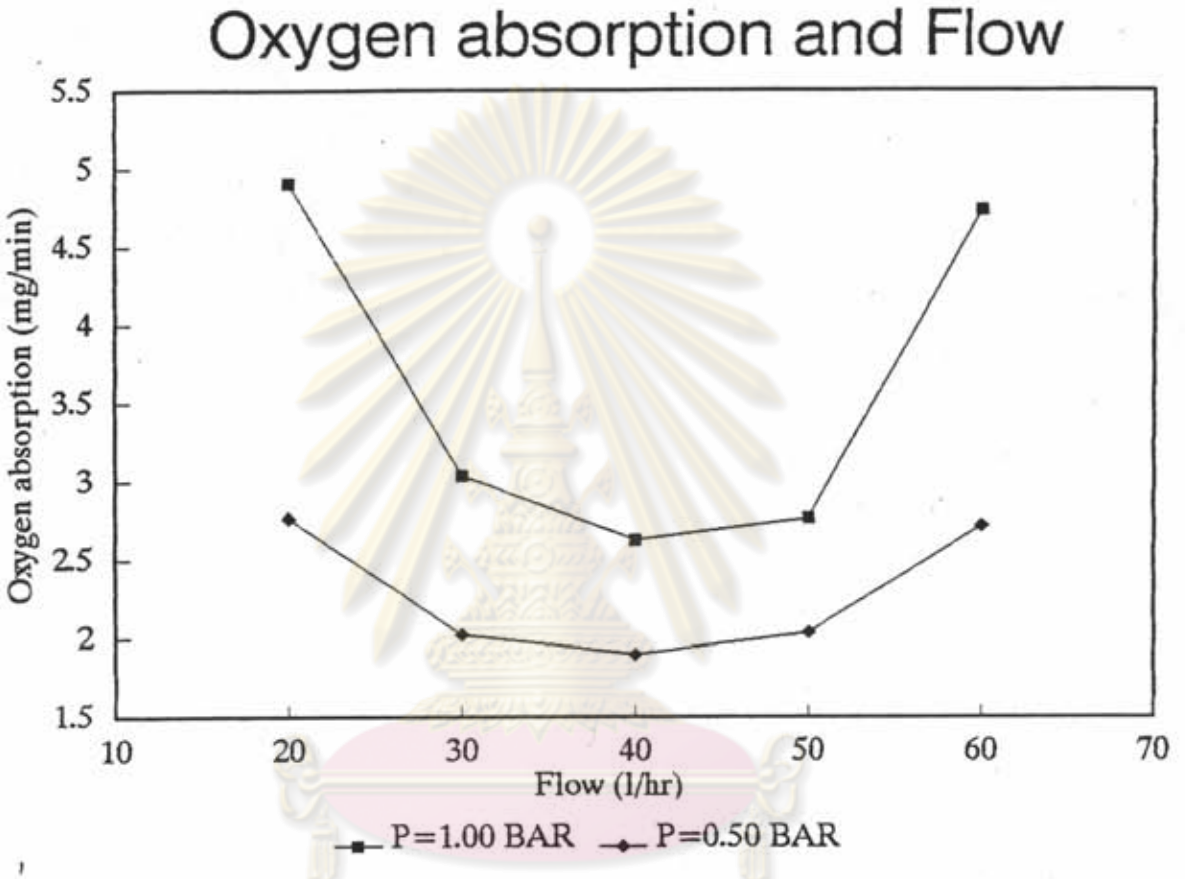
Pressure(BAR)	1.00		0.50	
Q (l/hr)	K_La 20'C (hr^{-1})	Absorption Rate (mg/min)	K_La 20'C (hr^{-1})	Absorption Rate (mg/min)
20	0.62	4.91	0.35	2.76
30	0.38	3.03	0.26	2.02
40	0.33	2.62	0.24	1.89
50	0.35	2.76	0.26	2.03
60	0.60	4.74	0.34	2.71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.11 ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทออกซิเจน กับอัตราการสูบน้ำดิบ และความดันต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.12 ค่าดูดซับออกซิเจน กับอัตราการสูบน้ำดิบ และความดันต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะรูปแบบการไหลของถังปฏิกรณ์

1. การป้อนสารจับร่องรอย (Tracer)

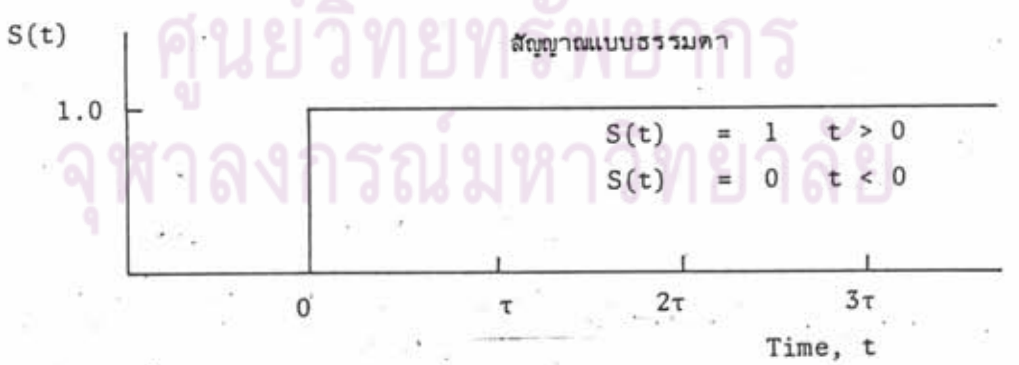
เทคนิคสำคัญที่ใช้วิเคราะห์หารูปแบบของการไหล คือ การป้อนสารจับร่องรอย (Tracer) ให้กับของเหลวเข้าถังปฏิกรณ์ และวัดความเข้มข้นของสารจับร่องรอยในน้ำที่ออกจากถัง สารจับร่องรอยนี้จะต้องเป็นสารเฉื่อยใด ๆ ก็ได้ ในการทดสอบนี้ใช้โซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำที่ค่าความเข้มข้นคงที่

วิธีเติมสารร่องรอย ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นสัญญาณของสารร่องรอยที่ป้อนให้กับน้ำมี 2 แบบ ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ แบบขั้นบันได (Step) และแบบกระตุก (Impulse) ในการทดสอบนี้ใช้วิธีแบบขั้นบันได

ฟังชั่น ของสัญญาณแบบขั้นบันได นิยามได้ดังนี้

$$S(t-T) = 1 \qquad t>T$$
$$S(t-T) = 0 \qquad t<T$$

สมการของสัญญาณขั้นบันได แสดงในรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 ฟังชั่นของสัญญาณขั้นบันไดแบบธรรมดา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การไหลในถังปลักโฟลวแบบอุดมคติ

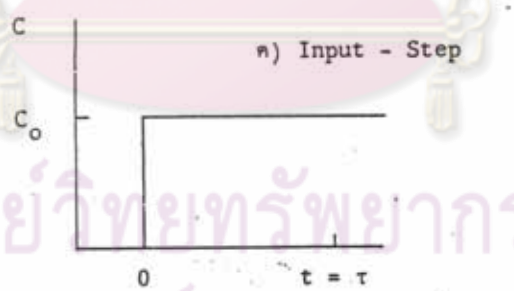
การตอบสนองของถังปลักโฟลวที่มีต่อการเติมสารจับร่องรอยแบบขั้นบันได รูปที่ ค.2,ค.3 จะเห็นได้ว่าสารจับร่องรอยจะไม่ปรากฏอยู่ในน้ำออกจนกว่าเวลาจะผ่านไป 1 สเปสไทม์ สัญญาณที่ออกมาก็จะมีลักษณะเหมือนกับสัญญาณที่ป้อนเข้าไปทุกประการ เราอาจกล่าวได้ว่าการตอบสนองของถังแบบปลักโฟลวที่มีต่อสัญญาณที่ป้อนเข้า สัญญาณออกจะเหมือนกับสัญญาณเข้าทุกประการ และจะปรากฏให้เห็นหลังจากเวลาผ่านไปแล้วหนึ่งสเปสไทม์ (นับจากเวลาที่ป้อนสัญญาณ) อาจกล่าวได้ว่า ถังปลักโฟลวทำหน้าที่เป็นเหมือนเครื่องหน่วงเวลาให้กับสารเฉื่อย (สารจับร่องรอย) เป็นเวลาหนึ่งสเปสไทม์สมการแสดงสมดุลย์ทางมวลของสารร่องรอยสามารถหาได้จากสมการ (1) และเขียนได้ดังนี้

$$F \frac{dc}{dx} + A_c \frac{dc}{dx} = 0 \quad \text{.....(1)}$$

ทั้งนี้โดยมี

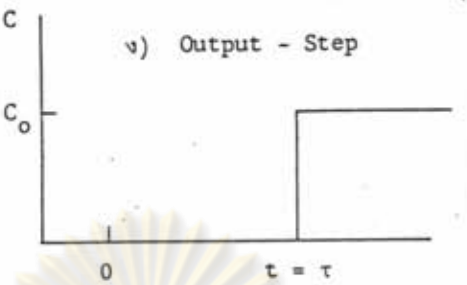
$$C(0,t) = C_0\, S(t) \text{ หรือ } C_0\, d(t)$$
$$C(x,0) = 0$$

x และ t เป็นระยะทางและเวลาที่วัดจากจุดที่เริ่มป้อนสัญญาณ ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ค.2 การตอบสนองของถังปลักโฟลวที่มีต่อการเติมสารร่องรอยแบบขั้นบันได วัดที่ทางน้ำเข้า



รูปที่ ค.3 การตอบสนองของถังปลักโฟลวที่มีต่อการเติมสารร่องรอยแบบขั้นบันได วัดที่ทางน้ำออก

3. การไหลในถังกวนสมบูรณ์แบบอุดมคติ

การตอบสนองของถังกวนสมบูรณ์แบบอุดมคติที่มีต่อสัญญาณของสารจับร่องรอย ยุ่งยากกว่าที่เกิดขึ้นในถังปลักโฟลวบ้างเล็กน้อย พิจารณาถังกวนสมบูรณ์ที่มีปริมาตร V , และสารจับร่องรอยที่มีอัตราไหลคงที่และเท่ากับ F สมการแสดงสมดุลย์ทางมวลของสารร่องรอยที่สภาวะใดๆ เขียนได้ดังนี้

$$FC_o - FC = V\frac{dc}{dt} \quad \text{.....(2)}$$

เนื่องจากสารจับร่องรอยเป็นสารเฉื่อย เทอมปฏิกิริยาจึงเท่ากับศูนย์ และไม่ได้แสดงอยู่ในสมการ 2 สมการนี้ อาจเขียนใหม่ได้ดังนี้

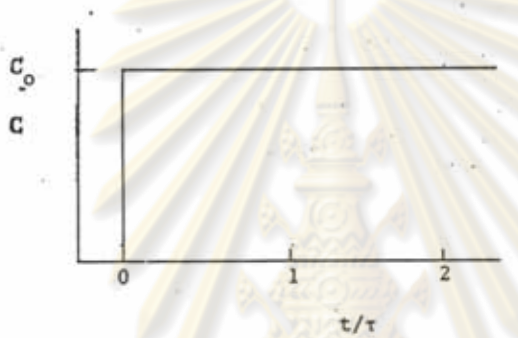
$$\frac{dc}{dt} + \frac{C}{T} = \frac{C_o}{T} \quad \text{.....(3)}$$

โดยที่ C_o และ C เป็นความเข้มข้นของสารจับร่องรอย ที่อยู่ในน้ำเข้าและออกตามลำดับ ในกรณีของการป้อนสัญญาณแบบขั้นบันได ความเข้มข้นของสารร่องรอยในน้ำเข้าที่จุดเริ่มต้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จากนั้นก็เพิ่มแบบกระโดดไปเป็น C_o และคงที่ตลอดไป (รูปที่ ค.4) สมการ (3) สามารถอินติเกรตได้ ดังนี้

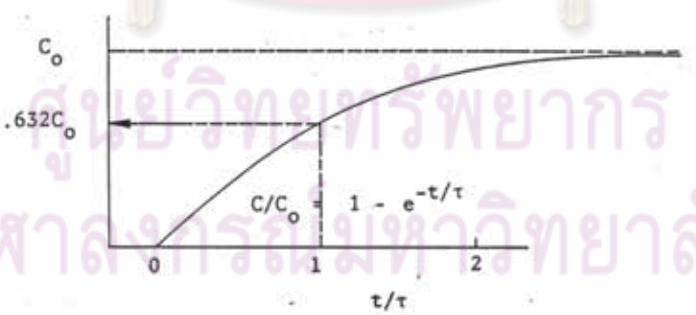
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$C/C_0 = 1 - e^{(-t/T)} \quad \text{.....(4)}$$

การตอบสนองที่แทนด้วยสมการ (4) นี้ อาจแสดงให้เห็นได้ด้วยรูปที่ ค.5 จะเห็นได้ว่า C มีค่าเริ่มจากศูนย์ไปจนถึง C_0 สมการ (4) เป็นแบบฉบับของสมการที่ใช้แสดงการตอบสนองของสัญญาณแบบขั้นบันได และแสดงว่าถ้าพล็อตกราฟระหว่าง $\ln(1-C/C_0)$ เทียบกับเวลา ควรจะต้องได้เส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ $(-1/T)$ ในทางปฏิบัติเราอาจใช้สมการ (4) รูปที่ ค.5 เป็นวิธีตรวจดูว่าการกวนเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์หรือไม่ ตัวอย่างเช่น เมื่อ t=T ความเข้มข้นของสารจับร่องรอยในน้ำออก ควรจะมีค่าเท่ากับ 63.2 % ของค่าสูงสุด การกวนจึงจะเกิดได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ ค.4 การตอบสนองของถังกวนสมบูรณ์แบบอุดมคติ แบบขั้นบันได วัดที่ทางน้ำเข้า



รูปที่ ค.5 การตอบสนองของถังกวนสมบูรณ์แบบอุดมคติ แบบขั้นบันได วัดที่ทางน้ำออก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การไหลในถังกวนสมบูรณ์แบบอุดมคติหลายใบที่ต่อกันอย่างอนุกรม

พิจารณาถังกวนสมบูรณ์ N ใบ ที่มีปริมาตรที่เท่ากันและเท่ากับ V อัตราน้ำเข้าเท่ากับ F เมื่อเวลาเท่ากับศูนย์ น้ำเข้าของถังใบแรกถูกเปลี่ยนเป็นสารละลายของสารจับร่องรอยที่มีความเข้มข้น C_0 การตอบสนองต่อการป้อนสัญญาณแบบขั้นบันไดของถังใบแรก แสดงได้ด้วยสมการ (4) ซึ่งจะเป็นน้ำเข้าของถังใบที่สอง ดังนั้น สมการแสดงสมดุลย์ทางมวลของสารจับร่องรอยในถังใบที่สอง สามารถเขียนได้ดังนี้

$$FC_0(1-t^{(t/T)}) - FC_2 = V_2 \, dC_2/dt \quad \ldots\ldots\ldots(5)$$

หรือ
$$(dC_2/dt) + (C_2/T) = (C_0/T)(1-e^{(-t/T)}) \quad \ldots(6)$$

$$C_2(0) = 0$$

โดยที่ $T = V/F$ และ C_2 เป็นความเข้มข้นของสารจับร่องรอยที่ออกจากถังใบที่สอง เมื่อแก้สมการ (3) จะได้

$$C_2/C_0 = 1-e^{(-t/T)}(1+t/T) \ldots(7)$$

วิธีการข้างต้นนี้สามารถนำไปใช้กับถังใบอื่นๆได้อีก ทำให้ได้สมการดังต่อไปนี้

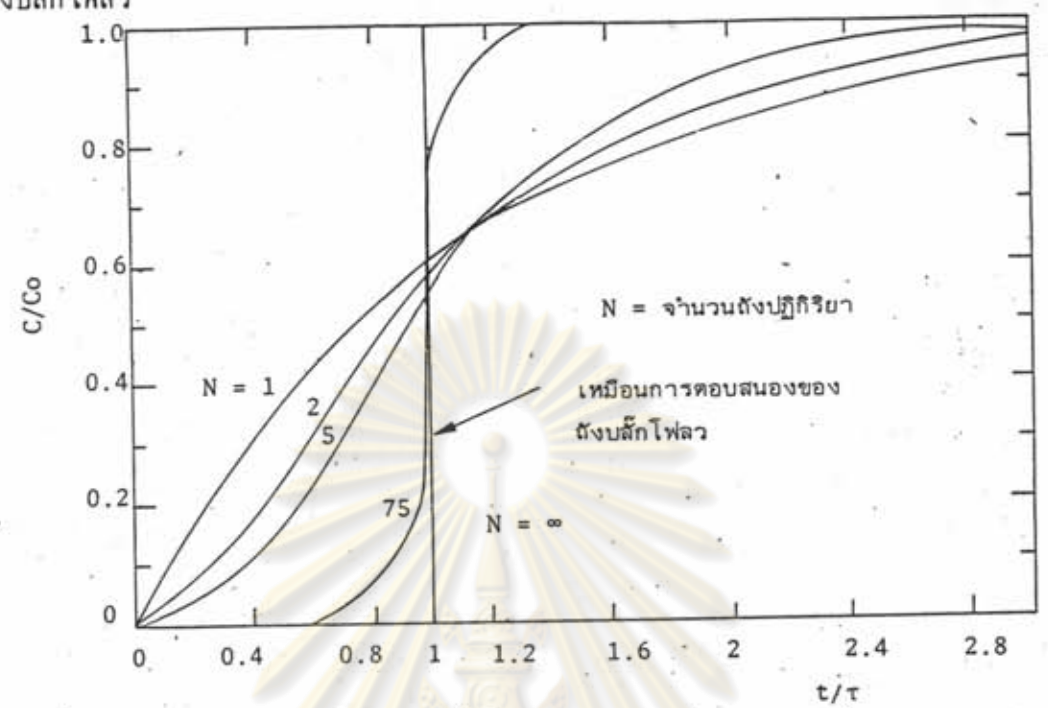
$$C_N/C_0 = 1 - e^{(-t/T)} \{1+t/T+(1/T)^2 / 2! + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(t/T)^{N-1} / (N-1)!\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารเฉื่อยภายในถังใบต่างๆ (โดยใช้สมการ(8)) ได้แสดงอยู่ในรูปที่ ค.5 จะเห็นได้ว่า การตอบสนองที่มีต่อการป้อนสัญญาณแบบขั้นบันไดจะเข้าใกล้การตอบสนองของถังปลักโฟลว เมื่อจำนวนถังกวนสมบูรณ์ที่ต่อกันอย่างอนุกรมมีจำนวนเพิ่มขึ้น ปรากฏว่าถ้าถังกวนสมบูรณ์มีจำนวนนับไม่ถ้วน การตอบสนองต่อสัญญาณแบบขั้นบันไดของอนุกรมถังกวนสมบูรณ์จะเหมือนของถังปลักโฟลวทุกประการ ด้วยเหตุนี้ จึงกล่าวได้ว่า การตอบสนองต่อสัญญาณขั้นบันได ของอนุกรมถังกวนสมบูรณ์อยู่ระหว่างการตอบสนองของถังกวนสมบูรณ์ใบเดียวและ

ของถังปลักโฟลว



รูปที่ ค.6 การตอบสนองต่อสัญญาณขั้นบันไดของอนุกรมถังกวนสมบูรณ์

5. ผลการวิเคราะห์รูปแบบการไหลของถังปฏิกรณ์

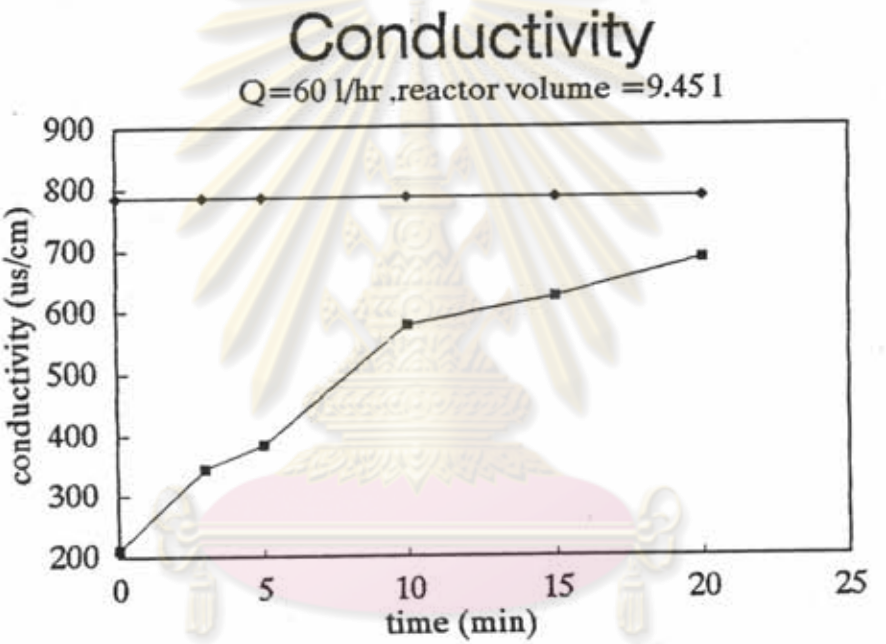
ผลการวิเคราะห์รูปแบบการไหลของถังปฏิกรณ์วนเวียนแนวดิ่ง แสดงในตารางที่ ค.1 และรูปที่ ค.7 ถึง ค.9 จะเห็นว่าที่เวลาเท่ากับเวลากักเก็บ (Detention Time) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของน้ำที่ผ่านถังมีค่าต่ำกว่า 0.632 ของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำดิบ ซึ่งจากการเปรียบเทียบกับการตอบสนองต่อสัญญาณแบบขั้นบันไดของอนุกรมถังกวนสมบูรณ์ มีลักษณะเช่นเดียวกับ อนุกรมของถังกวนสมบูรณ์ จึงสรุปได้ว่า ถังปฏิกรณ์วนเวียนแนวดิ่งมีรูปแบบการไหล เช่นเดียวกับ อนุกรมของถังกวนสมบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำดิบ , น้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์ที่เวลาและอัตราสูบน้ำดิบต่างๆ

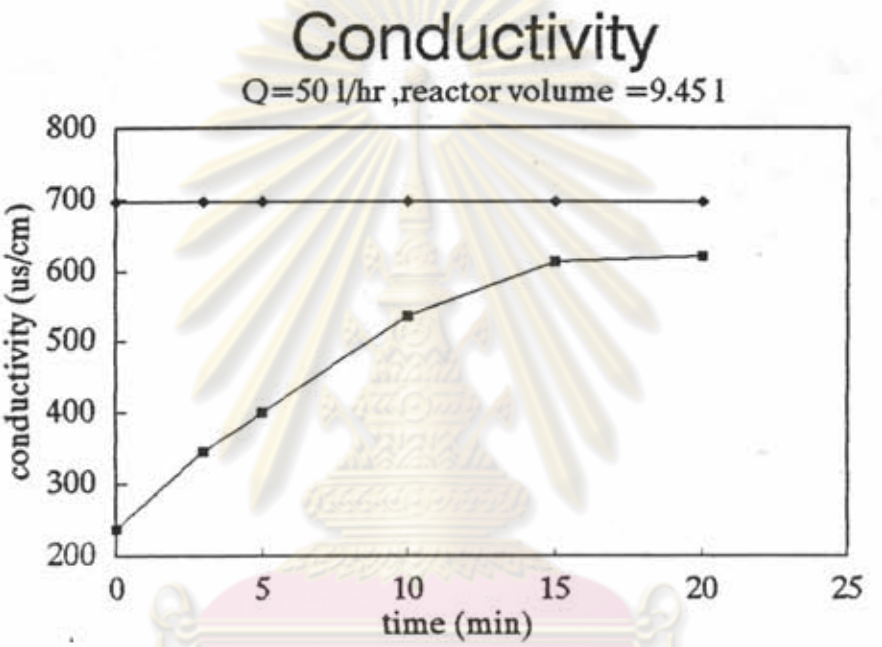
Conductivity (us/cm)					
	Q (l/hr)				
time (min)	60	50	40	30	20
C_o	787	697	784	766	743
0	212	238	273	245	272
3	345	345			
5	383	400	382	371	314
10	577	536	505	452	394
15	623	613	600	540	
20	685	621	656	599	507
25			695	636	
30			718	670	593
40					658
50					702
60					716
$0.632C_o$	497	440	495	484	469
Detention time (min)	9.45	11.34	14.18	18.90	28.35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



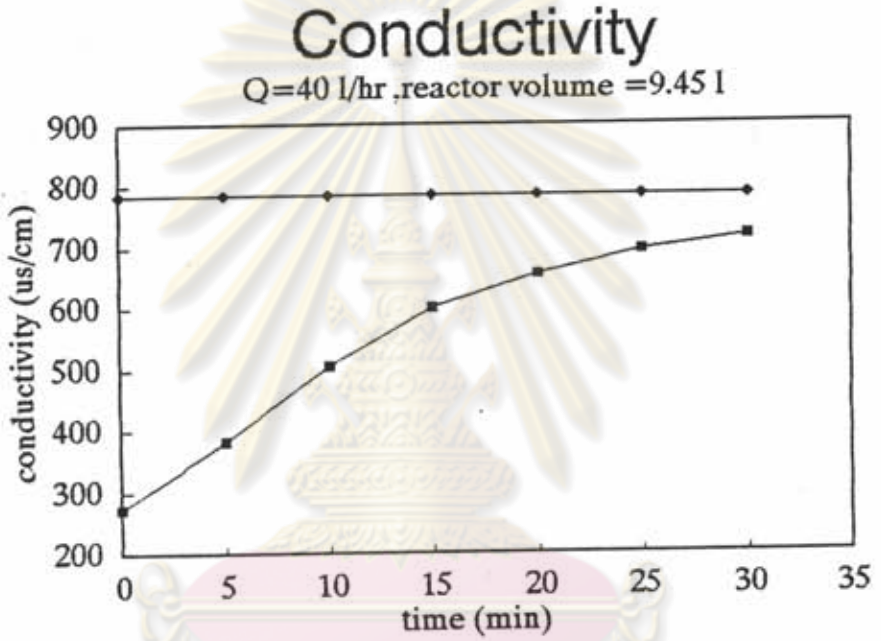
รูปที่ ค.7 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์ที่เวลาต่างๆ เทียบกับน้ำดิบ อัตราการสูบน้ำเท่ากับ 60 ลิตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



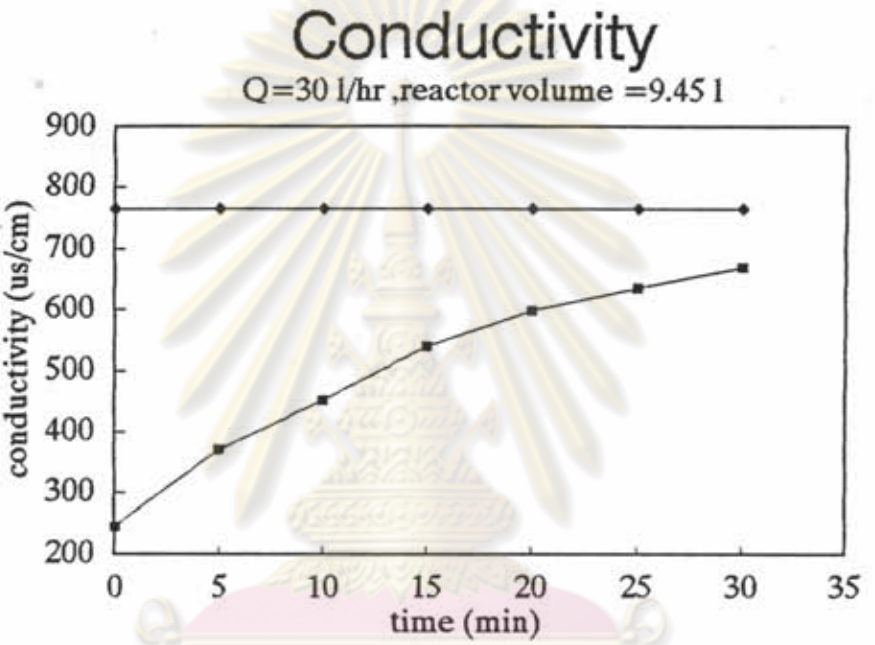
รูปที่ ค.8 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์ที่เวลาต่างๆ เทียบกับน้ำดิบ อัตราการสูบน้ำเท่ากับ 50 ลิตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



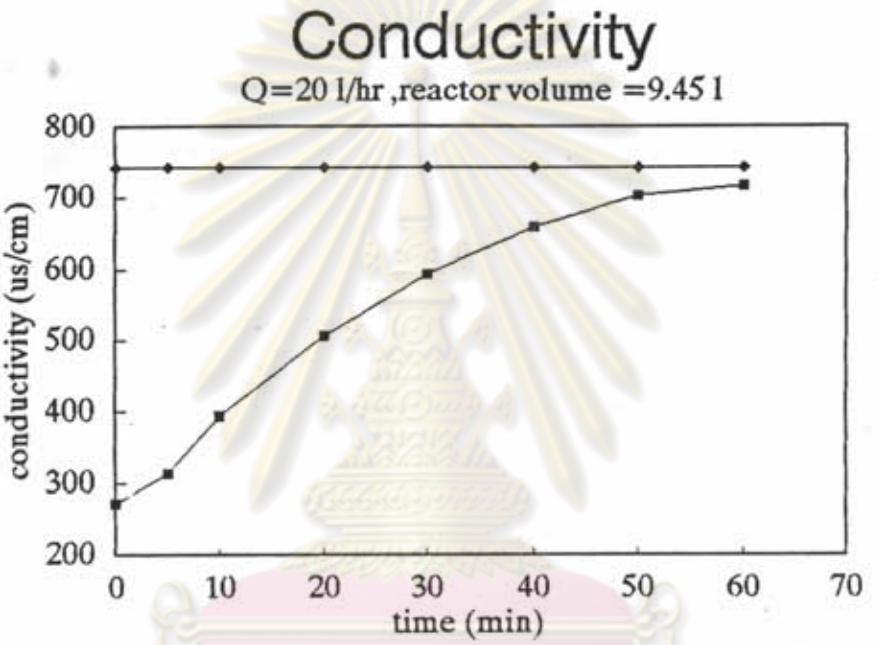
รูปที่ ค.9 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์ที่เวลาต่างๆ เทียบกับน้ำดิบ อัตราการสูบน้ำเท่ากับ 40 ลิตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.10 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์ที่เวลาต่างๆ เทียบกับน้ำดิบ อัตราการสูบน้ำเท่ากับ 30 ลิตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.11 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านถังปฏิกรณ์ที่เวลาต่างๆ เทียบกับน้ำดิบ อัตราการสูบน้ำเท่ากับ 20 ลิตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายทรงศร แก้วสีปลาด
เกิด	17 มกราคม 2509 , กรุงเทพมหานคร
การศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่	339 ซอยเทวา 1 ถนนเทพารักษ์ สำโรงเหนือ สมุทรปราการ 10270

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย