รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรรณิการ์ สิริสิงห, "เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์", พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2525.

ณรงค์ วุฑธเสถียร, "การปรับสภาพน้ำในอุตสาหกรรมและหม้อไอน้ำ", พิมพ์ครั้งที่ 1, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2526.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, "วิศวกรรมประปา เล่ม 2", พิมพ์ครั้งที่ 1, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

ภาษาอังกฤษ

Anon, "Water & Environment International", v.4, n.32, Engineering Info., Inc., Jan. 1995.

Arden, T.V., "Water Purification by Ion Exchange", 1st ed., Plenum Press, New York, U.S.A., 1968.

Aultman, William W. and Staff (ASCE, AWWA, CSSE), "Water Treatment Plant Design", 3rd ed., AWWA, Inc., New York, U.S.A., 1971.

Barraque′ Christian and Staff (Degre′ mont), Long, Donald F. (Language Consultants (France) Ltd.), "Water Treatment Handbook", 5th ed., Firmin-Didot S.A. Paris, France, 1979.

Betz Laboratories, Inc., "Betz Handbook of Industrial Water Conditioning", 8th ed., Betz Laboratories, Inc., Trevose, Pensylvania, U.S.A., 1980.

Fair, Gordon M., Geyer, John C., Okun, Daniel A., "Elements of Water Supply and wastewater Disposal", 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1973.

Greenberg, Arnold E. and Staff, "Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater", 16th ed., APHA, Washington, U.S.A., 1985.

Hoogovens-Tech. Services Utrecht Netherlands, "Chemical Engineering", International ed., v.101, i.12, Ceaba Accession, Dec. 1994.

Kemmer, Frank N. and Staff, "The NALCO Water Handbook", McGraw-Hill, New York, U.S.A., 1979.

Lange, Norbert A., "Lange's Handbook of Chemistry", 10th ed., General Electric Company, Cleveland, Ohio, U.S.A., 1967.

Lukens, Robert P., Cornillot, Joan L. and Staff, "1981 Annual book of American Society for Testing and Materials (ASTM) Standards, Part 31, Water", Easton, Md., U.S.A. 1981.

Rich, Linvil G., "Unit Operations of Sanitary Engineering", McGraw-Hill, Inc., New York, 1973.

Rohm and Haas Company, "AMBERLITE 200 Engineering Bulletin", Lohm and Haas France S.A., 1977.

Rohm and Haas Company, "AMBERLITE IRA 900 Engineering Data Sheet", Lohm and Haas France S.A., 1990.

Schroeder, Edward D., "Water and Wastewater Treatment", McGraw-Hill, Inc., Tokyo, Japan, 1977.

Schweitzer, Philip A. and Staff, "Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers", McGraw-Hill, Inc., New York, U.S.A., 1979.

Strauss, Sheldon D., "Power", v.139 i.7, The HW Wilson Co., New York, U.S.A., July 1995.

Wesley, Eckenfelder W., Jr., "Industrial Water Pollution Control", 2nd ed., McGraw-Hill, New York, U.S.A., 1989.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองศึกษาคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการ (1-31 ตุลาคม 2537)

PARAMETER / DATE	pH	Cond.	Turbidity	TH	Ca	Mg	Fe	Alk	OH	MCO_3	CO_3	Cl^-	SO_4	SiO_2
1	6.7	215	-	76	50	26		55.0	-	67.0	-	8	35.9	8.6
2	6.8	210	0.30	78	50	28		56.7	-	69.0	-	8	34.7	6.9
3	6.7	220	0.39	70	44	26		55.0	-	67.0	-	7	30.6	7.9
4	6.7	210	0.25	68	38	30		51.7	-	62.9	-	6	33.9	8.6
5	6.8	212	0.22	70	44	26	nil	53.3	-	65.0	-	8	34.6	8.0
6	6.7	210	0.45	76	46	20		56.7	-	67.0	-	9	30.2	7.3
7	6.8	220	0.27	68	48	20		56.7	-	69.0	-	7	34.5	7.2
8	6.8	230	-	68	50	18		56.4	-	71.1	-	7	37.0	7.1
9	6.7	235	-	68	46	22		55.0	-	67.0	-	7	30.6	7.6
10	6.8	225	0.33	70	50	20		65.0	-	79.2	-	9	31.5	7.1
11	6.7	225	0.26	70	48	22		51.7	-	62.9	-	7	33.2	7.8
12	6.7	210	0.26	70	46	24		56.7	-	69.0	-	7	21.6	9.0
13	6.8	220	0.30	70	48	22		56.7	-	69.0	-	8	29.9	8.1
14	6.9	195	0.30	70	50	20		51.7	-	62.9	-	9	31.3	7.2
15	6.7	215	-	74	50	24		51.7	-	62.9	-	8	29.8	7.7
16	7.0	215	0.30	78	48	30		65.0	-	79.2	-	8	27.1	7.7
17	6.7	200	0.30	78	48	30		58.4	-	71.1	-	9	29.4	7.4
18	6.8	220	0.35	72	46	26		58.3	-	71.1	-	9	31.5	9.0
19	6.8	220	0.32	72	48	24	nil	56.7	-	69.0	-	10	31.7	8.6
20	6.8	225	0.28	72	44	28		55.0	-	67.0	-	10	33.0	9.0
21	6.9	223	0.27	70	46	24		58.3	-	71.1	-	10	30.5	8.7
22	6.9	220	-	70	48	22		56.7	-	69.0	-	10	31.5	9.0
23	6.8	225	-	72	44	28		55.0	-	67.0	-	10	31.7	8.6
24	6.8	210	-	76	54	22		55.0	-	67.0	-	9	33.6	7.7
25	6.8	215	0.33	70	46	24		58.3	-	71.1	-	10	30.5	9.0
26	6.8	225	0.21	74	50	24		58.4	-	71.1	-	11	36.1	8.1
27	6.8	234	0.27	72	46	26		60.0	-	73.1	-	11	31.8	8.8
28	6.7	235	0.31	76	50	26		60.0	-	73.1	-	12	35.3	8.5
29	6.7	225	-	82	54	28		60.0	-	73.1	-	11	35.5	9.5
30	6.8	220	-	76	52	24		65.0	-	79.2	-	14	35.8	9.7
31	6.7	252	0.73	78	52	26		66.7	-	81.2	-	12	35.2	8.5

หมายเหตุ : หน่วยของดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ เป็นไปตามหัวข้อ 3.2

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองศึกษาคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการ (1-30 พฤศจิกายน 2537)

PARAMETER / DATE	pH	Cond.	Turbidity	TH	Ca	Mg	Fe	Alk	OH	MCO_3	CO_3	Cl^-	SO_4	SiO_2
1	6.8	258	0.37	78	52	26		65.0	-	79.2	-	15	34.2	9.1
2	6.7	245	-	84	56	28		65.0	-	79.2	-	13	34.7	8.4
3	6.8	240	-	82	56	24		66.7	-	81.2	-	15	20.3	6.9
4	6.8	258	0.22	82	50	32		60.0	-	73.1	-	20	37.7	7.9
5	6.8	255	-	84	56	28		65.0	-	79.2	-	14	35.9	8.0
6	6.8	235	-	82	56	26		61.7	-	75.1	-	14	34.7	8.1
7	6.7	275	0.38	82	56	26		65.0	-	79.2	-	16	40.0	8.9
8	6.7	285	0.33	84	58	26		66.7	-	81.2	-	16	39.5	9.1
9	6.7	283	0.40	86	56	36	nil	66.7	-	81.2	-	18	39.4	9.0
10	6.7	280	0.27	86	58	28		63.4	-	77.1	-	19	42.7	9.8
11	6.7	280	0.37	84	60	20		65.0	-	79.2	-	18	42.3	9.3
12	6.8	260	-	84	58	26		63.4	-	77.1	-	18	38.1	9.6
13	6.8	255	-	84	52	32		63.4	-	77.1	-	18	39.5	9.3
14	6.7	290	0.35	88	52	36		66.7	-	81.2	-	17	41.6	8.9
15	6.7	303	0.58	88	54	34		66.7	-	81.2	-	18	43.1	9.1
16	6.7	303	0.61	86	58	28		66.7	-	81.2	-	17	45.5	9.3
17	6.8	300	0.42	90	58	32		66.7	-	81.2	-	18	37.9	9.0
18	6.7	302	0.34	90	58	32		65.0	-	79.2	-	18	46.9	9.0
19	6.7	290	-	96	66	30		70.0	-	85.3	-	18	39.2	9.5
20	6.7	285	-	90	60	30		78.4	-	95.4	-	18	37.9	9.3
21	6.7	315	0.46	92	62	30		68.4	-	83.2	-	21	43.9	9.2
22	6.6	327	0.37	92	60	32		63.4	-	77.1	-	21	49.6	9.2
23	6.7	322	0.33	92	60	32	nil	65.0	-	79.2	-	21	43.0	8.4
24	6.9	312	0.28	90	62	28		70.0	-	85.3	-	21	41.3	8.6
25	6.7	311	0.29	90	60	30		71.7	-	87.3	-	22	42.8	8.7
26	6.7	300	-	98	62	36		70.0	-	85.3	-	21	40.0	6.9
27	6.8	285	-	90	60	30		61.7	-	75.1	-	20	43.0	8.4
28	6.6	290	1.00	96	52	44		70.0	-	85.3	-	19	40.0	7.9
29	6.6	325	0.71	92	62	30		66.7	-	81.2	-	20	41.9	7.1
30	6.7	330	0.85	94	64	30		68.4	-	83.2	-	20	47.0	8.2
31														

หมายเหตุ : หน่วยของดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ เป็นไปตามหัวข้อ 3.2

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองศึกษาคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการ (1-31 ธันวาคม 2537)

PARAMETER / DATE	pH	Cond.	Turbidity	TH	Ca	Mg	Fe	Alk	OH	MCO_3	CO_3	Cl^-	SO_4	SiO_2
1	6.7	310	0.32	90	62	28		68.4	-	83.2	-	20	46.7	8.1
2	6.7	330	0.35	92	60	32		68.4	-	83.2	-	22	42.6	8.3
3	6.7	310	-	98	62	36		68.4	-	83.2	-	17	40.0	8.3
4	6.8	300	-	96	60	36		68.4	-	83.2	-	17	47.0	8.3
5	6.8	320	-	96	60	36		71.7	-	87.3	-	21	41.5	6.9
6	6.7	330	0.31	94	58	36		61.4	-	83.2	-	22	44.7	8.0
7	6.7	330	0.44	92	60	32	nil	71.7	-	87.3	-	25	42.8	7.9
8	6.7	290	0.50	94	60	34		80.0	-	97.4	-	21	48.0	8.6
9	6.7	305	0.20	90	58	32		70.0	-	85.3	-	20	38.0	8.4
10	6.7	265	-	86	56	30		68.4	-	83.2	-	20	41.5	8.9
11	6.8	280	-	90	56	34		48.3	-	58.9	-	17	41.5	8.4
12	6.7	280	-	94	62	32		75.0	-	91.4	-	16	44.2	8.3
13	6.7	290	0.34	92	60	32		70.0	-	85.3	-	19	42.6	7.6
14	6.7	280	0.28	92	62	30		68.4	-	83.2	-	18	42.6	8.6
15	6.6	280	0.29	88	62	26		71.7	-	87.3	-	20	34.8	8.3
16	6.7	275	0.26	88	56	32		66.7	-	81.2	-	16	36.6	8.3
17	6.5	245	-	86	58	28		73.4	-	89.3	-	16	34.8	8.9
18	6.8	260	-	86	68	18		73.4	-	89.3	-	14	27.1	6.9
19	6.7	280	0.30	88	58	30		76.7	-	93.4	-	18	36.3	8.5
20	6.7	290	0.36	92	64	28		75.0	-	91.4	-	20	32.7	7.7
21	6.7	295	0.32	92	64	28	nil	75.0	-	91.4	-	20	36.4	9.8
22	6.7	285	0.33	94	68	26		80.0	-	97.4	-	19	36.3	9.2
23	6.7	275	0.62	88	56	32		75.0	-	91.4	-	16	37.5	9.3
24	6.7	250	-	100	62	38		76.7	-	93.4	-	17	28.6	7.2
25	6.8	250	-	86	60	26		76.7	-	93.4	-	17	32.7	8.5
26	6.8	260	0.46	86	64	22		80.0	-	97.4	-	15	30.7	8.6
27	6.8	265	0.36	86	52	34		83.4	-	101.5	-	17	29.9	9.2
28	6.7	265	0.28	88	52	36		73.4	-	89.3	-	17	32.7	8.2
29	6.8	265	0.28	94	54	40		73.4	-	89.3	-	16	33.3	9.2
30	6.8	270	0.31	88	60	28		75.0	-	91.4	-	17	37.4	8.4
31	6.8	270	-	90	60	30		75.0	-	91.4	-	14	33.6	8.6

หมายเหตุ : หน่วยของดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ เป็นไปตามหัวข้อ 3.2

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองศึกษาคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าหน่วยปฏิบัติการ (1-17 มกราคม 2538)

PARAMETER / DATE	pH	Cond.	Turbidity	TH	Ca	Mg	Fe	Alk	OH	MCO_3	CO_3	Cl^-	SO_4	SiO_2
1	6.8	275	-	92	60	32		78.4	-	95.4	-	14	27.1	6.5
2	6.7	250	-	106	64	42		76.7	-	93.4	-	16	30.9	5.5
3	6.8	250	0.60	100	66	34		83.4	-	101.5	-	16	32.0	5.9
4	6.8	275	0.30	92	60	32		78.4	-	95.4	-	15	36.5	9.2
5	6.7	280	0.50	92	62	30		76.7	-	93.4	-	15	40.9	8.6
6	6.8	270	0.20	92	60	32		80.0	-	97.4	-	14	33.2	8.9
7	7.1	260	0.20	100	70	30		83.4	-	101.5	-	15	27.9	7.2
8	6.8	260	0.20	110	66	44		83.4	-	101.5	-	15	27.1	7.7
9	6.8	265	0.70	96	66	30		85.0	-	103.5	-	16	34.8	9.2
10	6.7	280	0.20	96	66	30		83.4	-	101.5	-	15	39.3	9.0
11	6.8	280	0.30	98	66	32	nil	81.7	-	99.5	-	17	35.3	9.0
12	6.8	290	0.20	96	64	32		85.0	-	103.5	-	16	42.1	9.2
13	6.9	300	0.30	98	64	34		90.0	-	109.6	-	17	35.6	9.7
14	6.9	280	-	106	70	36		93.4	-	113.7	-	20	34.7	9.7
15	6.9	300	-	104	66	38		90.0	-	109.6	-	25	37.0	6.5
16	6.7	310	-	114	70	44		90.0	-	109.6	-	38	25.2	4.6
17	6.8	330	0.30	104	68	36		93.4	-	113.7	-	26	34.8	9.7
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														

หมายเหตุ : หน่วยของดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ เป็นไปตามหัวข้อ 3.2

ตารางที่ ก5 ผลการทดลองรอบการทำงานที่หนึ่ง (Cycle # 1) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (15-22 มิย. 39)

ลำดับ	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
ที่	เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)			เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	2.580	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.54	1.30	1.21	2.400	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.54	1.30	1.10
2	3.260	0.68	3.10	620	-	71	8.40	32.0	-	-	1.60	1.38	1.30	3.080	0.68	3.10	540	-	63	9.70	39.5	-	-	1.61	1.40	1.19
3	3.940	1.36	3.10	500	-	68	8.30	22.0	-	-	1.60	1.40	1.30	3.760	1.36	3.10	540	-	60	9.00	23.5	-	-	1.50	1.34	1.22
4	4.620	2.04	3.10	550	-	64	8.25	19.0	-	-	1.59	1.40	1.30	4.440	2.04	3.15	545	-	61	9.40	26.3	-	-	1.60	1.40	1.20
5	5.300	2.72	3.10	500	-	59	8.80	11.0	-	-	1.42	1.28	1.20	5.120	2.72	3.10	480	-	58	9.20	15.0	-	-	1.59	1.39	1.13
6	5.640	3.06	3.20	510	-	55	7.50	17.0	-	-	1.40	1.20	1.12	5.460	3.06	3.10	470	-	55	9.80	14.5	-	-	1.45	1.22	1.02
7	5.810	3.23	3.10	500	-	60	8.50	10.3	-	-	1.44	1.29	1.20	5.630	3.23	3.10	480	-	56	9.45	15.0	-	-	1.42	1.21	1.00
8	5.980	3.40	3.10	520	-	59	8.30	15.2	-	-	1.48	1.30	1.20	5.800	3.40	3.10	495	-	56	9.25	15.2	-	-	1.47	1.22	1.04
9	6.150	3.57	3.10	500	-	60	8.25	16.5	-	-	1.50	1.32	1.20	5.970	3.57	3.15	460	-	57	9.25	11.9	-	-	1.50	1.32	1.18
10	6.320	3.74	3.10	500	-	60	7.80	9.0	-	-	1.60	1.42	1.29	6.140	3.74	3.15	465	-	58	9.45	12.0	-	-	1.60	1.40	1.19
11	6.490	3.91	3.35	500	-	62	6.25	12.5	-	-	1.48	1.32	1.20	6.310	3.91	3.10	473	-	60	9.40	9.3	-	-	1.55	1.35	1.22
12	6.660	4.08	3.15	450	-	55	5.30	31.5	-	-	1.48	1.32	1.20	6.480	4.08	3.15	480	-	62	6.00	27.4	-	-	1.55	1.35	1.20
13	6.830	4.25	3.15	410	-	43	5.60	68.0	-	-	1.45	1.30	1.20	6.650	4.25	3.10	420	-	60	5.50	56.3	-	-	1.50	1.35	1.20
14	7.000	4.42	5.90	245	-	0	6.00	170	-	-	1.42	1.23	1.08	6.820	4.42	5.80	235	-	0	6.20	155	-	-	1.45	1.30	1.05
15	7.170	4.59	6.50	300	-	0	6.50	275	-	-	1.38	1.20	1.10	6.990	4.59	6.45	285	-	0	6.50	256	-	-	1.40	1.20	1.00
16	7.340	4.76	6.75	320	-	0	6.80	285	-	-	1.38	1.20	1.05	7.160	4.76	6.75	315	-	0	6.65	280	-	-	1.40	1.20	1.00
17	7.510	4.93	6.75	315	-	0	7.40	322	-	-	1.32	1.20	1.00	7.330	4.93	6.80	320	-	0	6.75	300	-	-	1.40	1.20	1.00
18	7.680	5.10	6.80	300	-	0	6.80	280	-	-	1.45	1.22	1.13	7.500	5.10	6.80	305	-	0	7.00	290	-	-	1.42	1.30	1.15
19	7.850	5.27	6.80	295	-	0	6.85	280	-	-	1.42	1.22	1.15	7.670	5.27	6.80	290	-	0	6.90	295	-	-	1.45	1.32	1.15
20	8.020	5.44	6.80	300	-	0	6.90	282	-	-	1.45	1.30	1.18	7.840	5.44	6.80	295	-	0	6.95	285	-	-	1.45	1.32	1.15

ตารางที่ ก6 ผลการทดลองรอบการทำงานที่สอง (Cycle # 2) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (29-มิย.-5 กค. 39)

ลำดับ	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													
ที่	เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม ^{2})			เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม ^{2})		
	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	14.040	0	3.30	465	-	54	8.80	5.90	nil	-	1.60	1.40	1.29	12.957	0	3.35	435	-	58	9.00	12.00	nil	-	1.50	1.34	1.20
2	14.720	0.68	3.15	540	-	68	7.90	3.05	nil	-	1.58	1.41	1.25	13.637	0.68	3.10	525	-	66	8.00	8.30	nil	-	1.48	1.32	1.20
3	15.400	1.36	3.10	530	-	68	7.80	4.65	nil	-	1.60	1.40	1.30	14.317	1.36	3.15	525	-	64	8.20	7.80	nil	-	1.45	1.30	1.20
4	16.080	2.04	3.10	520	-	74	7.80	2.16	nil	-	1.56	1.40	1.20	14.997	2.04	3.10	520	-	74	8.50	6.40	nil	-	1.50	1.32	1.20
5	16.760	2.72	3.30	560	-	72	7.90	1.98	nil	-	1.60	1.41	1.30	15.677	2.72	3.20	540	-	72	8.00	6.60	nil	-	1.47	1.28	1.15
6	17.100	3.06	3.20	570	-	72	5.70	8.70	9.94	-	1.60	1.41	1.30	16.017	3.06	3.25	530	-	68	6.10	6.20	8.12	-	1.45	1.30	1.09
7	17.440	3.40	3.30	520	-	70	5.60	13.4	-	-	1.48	1.32	1.20	16.357	3.40	3.30	560	-	68	5.80	15.30	-	-	1.40	1.20	1.03
8	17.780	3.66	3.35	510	-	64	5.55	23.5	-	-	1.44	1.28	1.19	16.697	3.66	3.20	500	-	64	5.60	25.80	-	-	1.40	1.22	1.04
9	18.120	4.08	3.50	326	-	36	5.90	56.0	-	-	1.45	1.24	1.13	17.037	4.08	3.30	490	-	60	5.60	26.70	-	-	1.41	1.22	1.10
10	18.290	4.25	6.90	284	-	0	6.40	240	-	-	1.45	1.30	1.18	17.207	4.25	6.30	205	-	0	6.35	103	-	-	1.48	1.30	1.20
11	18.460	4.42	7.20	292	-	0	6.70	265	-	-	1.42	1.23	1.10	17.377	4.42	6.60	258	-	0	6.40	225	-	-	1.49	1.30	1.19
12	18.630	4.59	7.00	303	-	0	7.00	269	-	-	1.44	1.29	1.20	17.547	4.59	6.80	288	-	0	6.60	250	-	-	1.50	1.32	1.20
13	18.800	4.76	7.10	273	-	0	7.10	232	-	-	1.40	1.20	1.12	17.717	4.76	7.10	258	-	0	7.10	230	-	-	1.55	1.31	1.21
14	18.970	4.93	7.00	258	-	0	7.15	246	-	-	150	1.32	1.20	17.887	4.93	7.00	276	-	0	7.10	245	-	-	1.59	1.40	1.26

ตารางที่ ก7 ผลการทดลองรอบการทำงานที่สาม (Cycle # 3) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (15-19 กค. 39)

ลำดับ	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
ที่	เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)			เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	20.758	0	3.20	600	-	72	8.40	8.00	-	-	1.55	1.31	1.20	19.719	0	3.20	580	-	72	8.20	16.0	-	-	1.54	1.30	1.10
2	21.438	0.68	3.30	540	-	68	8.20	3.80	-	-	1.49	1.30	1.19	20.399	0.68	3.30	540	-	70	8.40	9.00	-	-	1.60	1.42	1.29
3	22.118	1.36	3.20	580	-	66	8.10	4.45	-	-	1.47	1.30	1.19	21.079	1.36	3.00	600	-	66	8.50	6.95	-	-	1.55	1.35	1.20
4	22.798	2.04	3.10	600	-	70	7.90	3.65	-	-	1.50	1.32	1.20	21.759	2.04	3.10	570	-	74	8.30	8.00	-	-	1.49	1.34	1.22
5	23.478	2.72	3.20	580	-	70	8.00	3.05	-	-	1.52	1.32	1.21	22.439	2.72	3.15	580	-	68	8.00	5.85	-	-	1.50	1.34	1.23
6	24.158	3.40	6.90	326	-	0	6.50	254	-	-	1.54	1.32	1.21	23.119	3.40	6.88	316	-	0	6.80	285	-	-	1.54	1.34	1.23

ตารางที่ ก8 ผลการทดลองรอบการทำงานที่สี่ (Cycle # 4) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (20-26 กค. 39)

ลำดับที่	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม ^{2})			เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม ^{2})		
			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	24.578	0	3.10	800	-	90	8.80	11.80	nil	-	1.45	1.26	1.16	23.899	0	3.15	800	-	96	9.10	13.40	nil	-	1.50	1.35	1.24
2	25.258	0.68	3.15	830	-	98	8.60	3.90	nil	-	1.46	1.26	1.15	24.579	0.68	3.15	820	-	98	9.10	8.00	nil	-	1.49	1.25	1.13
3	25.938	1.36	3.10	795	-	97	8.40	2.80	nil	-	1.50	1.35	1.24	25.259	1.36	3.15	790	-	96	9.10	7.20	nil	-	1.48	1.26	1.16
4	26.618	2.04	3.20	810	-	98	8.70	2.50	nil	-	1.47	1.29	1.16	25.939	2.04	3.20	770	-	94	9.20	8.05	nil	-	1.46	1.19	1.10
5	26.958	2.38	3.20	730	-	86	8.50	14.50	1.04	-	1.49	1.26	1.06	26.279	2.38	3.30	780	-	96	9.40	10.00	0.59	-	1.52	1.38	1.29
6	27.298	2.72	3.90	360	-	18	6.40	64.00	55.84	-	1.50	1.30	1.20	26.619	2.72	3.50	470	-	58	7.30	17.50	1.08	-	1.55	1.36	1.27
7	27.468	2.89	7.10	395	-	0	7.00	345	91.94	-	1.50	1.33	1.20	26.789	2.89	7.00	330	-	0	6.70	38.00	29.51	-	1.52	1.31	1.26
8	27.638	3.06	7.10	392	-	0	7.10	347	73.78	-	1.50	1.33	1.19	26.959	3.06	7.00	380	-	0	7.10	315	113.5	-	1.50	1.36	1.26

ตารางที่ ก9 ผลการทดลองรอบการทำงานที่ห้า (Cycle # 5) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (29-8 สค. 39)

ลำดับที่	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)			เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	27.802	0	3.30	790	-	90	8.30	5.26	nil	-	1.47	1.30	1.16	27.302	0	3.30	800	-	96	9.10	13.50	nil	-	1.48	1.29	1.19
2	28.482	0.68	3.30	800	-	92	8.35	3.20	nil	-	1.50	1.30	1.20	27.982	0.68	3.30	760	-	96	9.10	8.62	nil	-	1.52	1.38	1.29
3	29.162	1.36	3.30	780	-	90	8.50	3.36	nil	-	1.50	1.30	1.20	28.662	1.36	3.30	700	-	96	9.20	6.80	nil	-	1.55	1.39	1.27
4	29.842	2.04	3.00	870	-	99	8.30	2.30	nil	-	1.52	1.30	1.21	29.342	2.04	3.30	730	-	96	9.40	8.60	nil	-	1.49	1.26	1.19
5	30.182	2.38	3.00	860	-	97	8.30	2.45	0.25	-	1.49	1.30	1.19	29.682	2.38	3.10	780	-	96	9.00	7.20	3.64	-	1.49	1.26	1.15
6	30.522	2.72	3.20	580	-	51	5.30	43.00	107.83	-	1.55	1.36	1.25	30.022	2.72	3.35	750	-	86	4.80	12.50	47.67	-	1.50	1.33	1.21
7	30.862	3.06	7.00	410	-	0	6.80	395	34.73	-	1.53	1.35	1.25	30.362	3.06	6.80	420	-	0	6.80	50.00	45.40	-	1.52	1.33	1.21
8	31.202	3.40	7.10	420	-	0	7.00	400	12.26	-	1.50	1.34	1.25	30.702	3.40	7.00	422	-	0	6.80	358	18.84	-	1.54	1.35	1.21
9	31.372	3.57	7.10	420	-	0	7.10	400	8.17	-	1.48	1.27	1.19	30.872	3.57	7.10	410	-	0	7.20	380	10.44	-	1.48	1.30	1.20
10	31.542	3.74	7.00	425	-	0	7.20	400	8.17	-	1.46	1.19	1.10	31.042	3.74	7.20	420	-	0	7.30	380	9.99	-	1.48	1.32	1.20
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										

ตารางที่ ก10 ผลการทดลองรอบการทำงานที่หก (Cycle # 6) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (9-18 สค. 39)

ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

ลำดับที่	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก pH	น้ำออกจากเรซินประจุบวก COND. (us/cm.)	น้ำออกจากเรซินประจุบวก Na (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุบวก FMA (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ pH	น้ำออกจากเรซินประจุลบ COND. (us/cm.)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ SiO_2 (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ TOC (ppm)	ความดัน (กก./ซม^2) ขาเข้า CAT	ความดัน (กก./ซม^2) ขาเข้า AN	ความดัน (กก./ซม^2) ขาออก AN
1	31.563	0	3.20	550	-	70	8.60	8.00	nil	-	1.60	1.38	1.25
2	32.243	0.68	3.20	560	-	70	9.00	2.36	nil	-	1.60	1.40	1.28
3	32.923	1.36	3.20	565	-	70	8.40	1.98	nil	-	1.58	1.38	1.28
4	33.603	2.04	3.20	565	-	64	8.20	3.35	nil	-	1.55	1.38	1.28
5	33.943	2.38	3.20	540	-	64	8.30	1.20	nil	-	1.60	1.40	1.30
6	34.623	3.06	3.20	545	-	68	8.40	2.43	nil	-	1.55	1.38	1.28
7	34.963	3.40	3.20	540	-	70	8.30	3.98	0.42	-	1.60	1.38	1.25
8	35.303	3.74	3.25	535	-	64	6.20	8.76	19.52	-	1.63	1.40	1.30
9	35.473	3.91	3.30	465	-	60	5.20	136	113.50	-	1.60	1.40	1.30
10	35.643	4.08	3.50	345	-	50	5.60	170	56.75	-	1.60	1.40	1.30
11	35.813	4.25	6.60	255	-	0	6.40	210	42.00	-	1.71	1.42	1.35
12	35.983	4.42	7.00	295	-	0	6.70	250	42.00	-	1.60	1.40	1.33

ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

ลำดับที่	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก pH	น้ำออกจากเรซินประจุบวก COND. (us/cm.)	น้ำออกจากเรซินประจุบวก Na (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุบวก FMA (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ pH	น้ำออกจากเรซินประจุลบ COND. (us/cm.)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ SiO_2 (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ TOC (ppm)	ความดัน (กก./ซม^2) ขาเข้า CAT	ความดัน (กก./ซม^2) ขาเข้า AN	ความดัน (กก./ซม^2) ขาออก AN
1	31.260	0	3.20	540	-	64	8.10	13.00	nil	-	1.62	1.40	1.13
2	31.940	0.68	3.20	545	-	64	9.10	8.46	nil	-	1.58	1.41	1.15
3	32.620	1.36	3.20	560	-	64	9.00	5.60	nil	-	1.60	1.40	1.13
4	33.300	2.04	3.20	560	-	64	9.00	5.65	nil	-	1.56	1.40	1.18
5	33.640	2.38	3.20	520	-	64	9.00	5.68	nil	-	1.50	1.38	1.20
6	34.320	3.06	3.20	520	-	64	9.05	7.04	nil	-	1.52	1.38	1.18
7	34.660	3.40	3.25	540	-	60	7.30	3.95	4.99	-	1.62	1.39	1.12
8	35.000	3.74	3.25	520	-	60	5.30	8.60	44.27	-	1.65	1.42	1.18
9	35.170	3.91	3.30	500	-	54	5.10	12.20	39.73	-	1.64	1.44	1.22
10	35.340	4.08	3.40	408	-	44	5.45	26.00	56.75	-	1.75	1.47	1.28
11	35.510	4.25	5.80	200	-	0	6.10	112	47.67	-	1.60	1.40	1.30
12	35.680	4.42	6.70	255	-	0	6.50	190	40.86	-	1.60	1.40	1.30

ตารางที่ ก11 ผลการทดลองรอบการทำงานที่เจ็ด (Cycle # 7) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (31-6 กย. 39)

ลำดับที่	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน: เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก: pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ: pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ความดัน (กก./ซม^2): ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN	ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน: เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก: pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	น้ำออกจากเรซินประจุลบ: pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ความดัน (กก./ซม^2): ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	36.482	0	3.25	440	0.25	52	8.00	3.50	nil	-	1.60	1.41	1.29	36.880	0	3.25	400	0.06	52	7.30	0.93	nil	-	1.45	1.25	1.17
2	37.162	0.68	3.25	430	0.20	50	7.60	2.22	nil	-	1.54	1.33	1.20	37.560	0.68	3.25	425	0.06	52	6.60	0.75	nil	-	1.48	1.25	1.18
3	37.842	1.36	3.25	425	0.16	48	7.25	1.84	nil	-	1.60	1.38	1.30	38.240	1.36	3.25	425	0.05	50	6.30	1.02	nil	-	1.50	1.30	1.21
4	38.522	2.04	3.25	425	0.18	52	7.30	1.56	nil	-	1.58	1.40	1.28	38.920	2.04	3.25	425	0.06	52	6.20	0.99	nil	-	1.56	1.40	1.32
5	39.202	2.72	3.20	435	0.14	50	7.20	2.00	nil	-	1.45	1.25	1.16	39.600	2.72	3.25	425	0.05	54	6.30	0.86	nil	-	1.52	1.38	1.31
6	39.882	3.40	3.20	430	0.16	48	7.25	1.74	nil	-	1.38	1.20	1.11	40.280	3.40	3.25	415	0.06	50	6.10	0.70	nil	-	1.55	1.36	1.27
7	40.222	3.74	3.20	440	0.18	48	7.30	2.20	nil	-	1.32	1.19	1.02	40.620	3.74	3.20	450	0.06	56	6.20	0.68	nil	-	1.46	1.22	1.14
8	40.562*	4.08*	3.20	485	0.16	48	7.25	1.84	nil*	-	1.45	1.26	1.15	40.960*	4.08*	3.20	480	0.06	60	6.30	0.64	nil*	-	1.42	1.22	1.13
9	40.732	4.25	3.20	500	0.18	50	7.30	2.04	0.032	-	1.50	1.35	1.24	41.130	4.25	3.20	520	0.05	62	6.20	0.82	0.008	-	1.50	1.35	1.24
10	40.902	4.42	3.20	540	0.25	66	7.10	3.22	0.59	-	1.47	1.28	1.06	41.300	4.42	3.20	550	0.02	68	5.60	1.00	0.016	-	1.49	1.26	1.13
11	41.072**	4.59**	3.50	385	0.75**	40**	5.90	4.56	10.67	-	1.48	1.23	1.05	41.470	4.59	3.20	520	0.1	62	5.80	1.00	0.25	-	1.52	1.31	1.21
12	41.242	4.76	6.60	215	1.30	0	6.30	8.20	44.27	-	1.49	1.23	1.06	41.640	4.76	3.25	450	0.11	56	5.70	1.92	1.53	-	1.49	1.29	1.19
13	41.412	4.93	6.80	220	8.40	0	6.50	22.50	44.27	-	1.60	1.36	1.27	41.810**	4.93**	3.40	390	0.25**	48**	5.70	3.45	6.36	-	1.50	1.31	1.21
14	41.582	5.10	6.80	223	34.2	0	6.60	142	42.00	-	1.58	1.41	1.30	41.980	5.10	6.10	195	1.64	0	6.00	15.90	23.84	-	1.56	1.35	1.22
15	41.752	5.27	6.90	265	36.3	0	6.70	235	36.32	-	1.57	1.42	1.30	42.150	5.27	6.25	200	2.79	0	6.20	29.60	26.11	-	1.48	1.28	1.19
16	41.922	5.44	7.00	270	39.3	0	7.00	250	36.32	-	1.45	1.26	1.17	42.320	5.44	6.70	215	25.5	0	6.50	135	41.31	-	1.51	1.39	1.27
17	42.092	5.61	7.00	270	42.9	0	7.10	245	45.40	-	1.50	1.35	1.22	42.490	5.61	6.90	240	34.5	0	6.80	200	52.21	-	1.46	1.19	1.10

หมายเหตุ : * พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุลบ

** พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุบวก

ตารางที่ ก12 ผลการทดลองรอบการทำงานที่แปด (Cycle # 8) : อัตราการจ่ายน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง (14-20 กย. 39)

ลำดับที่	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)			เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	42.790	0	3.25	440	0.18	52	7.80	2.80	nil	-	1.48	1.28	1.16	43.520	0	3.30	420	0.05	54	7.00	1.03	nil	-	1.54	1.33	1.21
2	43.470	0.68	3.25	425	0.14	48	7.40	2.40	nil	-	1.49	1.25	1.06	44.200	0.68	3.25	430	0.03	54	6.50	0.96	nil	-	1.45	1.26	1.75
3	44.150	1.36	3.20	430	0.15	50	7.20	1.95	nil	1.03	1.45	1.25	1.17	44.880	1.36	3.25	430	0.02	54	6.30	0.68	nil	0.79	1.42	1.22	1.13
4	44.830	2.04	3.25	435	0.12	52	7.15	1.40	nil	-	1.50	1.35	1.23	45.560	2.04	3.20	425	0.02	52	6.30	1.10	nil	-	1.49	1.23	1.15
5	45.510	2.72	3.20	430	0.13	48	7.15	2.00	nil	0.98	1.45	1.25	1.16	46.240	2.72	3.20	430	0.04	54	6.20	0.87	nil	0.73	1.58	1.41	1.30
6	46.190	3.40	3.30	440	0.10	50	7.20	1.84	nil	-	1.58	1.40	1.28	46.920	3.40	3.20	425	0.02	50	6.15	0.79	nil	-	1.57	1.42	1.29
7	46.870*	4.08*	3.20	485	0.10	50	7.20	2.05	nil*	-	1.60	1.41	1.30	47.600*	4.08*	3.25	450	0.03	58	6.30	1.05	nil*	-	1.59	1.40	1.29
8	47.210	4.42	3.25	500	0.25	64	5.90	4.10	0.63	-	1.49	1.23	1.08	47.940	4.42	3.20	500	0.01	62	6.15	1.15	0.032	-	1.49	1.34	1.24
9	47.380**	4.59**	3.40	400	0.60**	48**	6.10	10.25	8.63	-	1.52	1.35	1.23	48.070	4.59	3.25	520	0.10	64	6.00	1.84	0.35	-	1.47	1.23	1.06
10	47.550	4.76	6.50	200	1.30	0	6.40	15.60	22.46	-	1.47	1.26	1.15	48.280	4.76	3.25	440	0.07	54	5.70	2.06	1.61	-	1.48	1.23	1.05
11	47.720	4.93	6.80	215	7.50	0	6.50	40.00	38.90	-	1.51	1.36	1.24	48.450**	4.93**	3.20	385	0.30**	40**	5.20	8.98	9.08	-	1.32	1.19	1.02
12	47.890	5.10	6.80	240	33.30	0	6.80	135	48.00	-	1.49	1.30	1.18	48.620	5.10	3.25	195	1.25	0	6.00	35.10	32.69	-	1.35	1.20	1.10
13	48.060	5.27	7.00	255	37.80	0	6.80	205	35.80	-	1.45	1.25	1.18	48.790	5.27	3.25	200	1.50	0	6.30	152	34.50	-	1.46	1.26	1.15
14	48.230	5.44	7.00	265	37.80	0	7.00	240	30.05	-	1.50	1.34	1.22	48.960	5.44	6.40	200	27.30	0	6.70	195	55.84	-	1.45	1.26	1.17
15	48.400	5.61	7.00	265	37.50	0	7.00	245	26.80	-	1.46	1.24	1.16	49.130	5.61	6.85	238	33.90	0	6.80	215	50.20	-	1.50	1.24	1.15

หมายเหตุ : * พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุลบ

** พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุบวก

ตารางที่ ก13 ผลการทดลองรอบการทำงานที่เก้า (Cycle # 9) : อัตราการจ่ายน้ำ 300 ลิตรต่อชั่วโมง (5-11 ตค. 39)

ลำดับที่	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)			เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	49.400	0	3.30	420	0.26	60	8.70	2.80	nil	-	1.46	1.19	1.11	49.700	0	3.30	420	0.10	58	8.40	1.65	nil	-	1.55	1.36	1.27
2	50.080	0.68	3.30	425	0.20	59	8.10	2.40	nil	-	1.51	1.38	1.27	50.380	0.68	3.30	420	0.04	46	7.10	0.62	nil	-	1.50	1.35	1.22
3	50.760	1.36	3.30	430	0.16	48	8.00	1.85	nil	-	1.48	1.28	1.19	51.060	1.36	3.30	430	0.07	48	6.50	0.74	nil	-	1.57	1.42	1.30
4	51.440	2.04	3.30	430	0.13	50	7.90	1.46	nil	-	1.50	1.31	1.21	51.740	2.04	3.30	415	0.06	52	6.90	0.57	nil	-	1.49	1.23	1.09
5	52.120*	2.72*	3.30	430	0.12	52	8.00	1.65	nil*	-	1.49	1.22	1.15	52.420*	2.72*	3.30	430	0.08	60	7.00	1.85	nil*	-	1.47	1.23	1.10
6	52.800	3.40	3.40	408	0.18	52	5.00	11.50	83.99	-	1.50	1.34	1.24	53.100	3.40	3.30	425	0.05	50	6.30	3.50	8.40	-	1.50	1.23	1.09
7	53.480	4.08	3.40	410	0.25	50	5.00	14.20	69.24	-	1.46	1.22	1.13	53.780	4.08	3.40	410	0.04	46	5.50	4.90	22.70	-	1.58	1.40	1.28
8	53.820**	4.42**	3.70	320	2.56**	36**	5.60	31.50	49.94	-	1.45	1.25	1.16	54.120	4.42	3.40	385	0.10	52	5.00	7.40	56.75	-	1.45	1.25	1.16
9	53.990	4.59	6.80	230	6.55	0	6.30	165	35.50	-	1.50	1.38	1.26	54.290	4.59	3.40	390	0.09	52	5.10	9.50	60.15	-	1.48	1.23	1.05
10	54.160	4.76	6.80	230	28.70	0	6.70	215	22.70	-	1.56	1.40	1.32	54.460**	4.76**	3.40	385	1.17	56**	5.00	10.05	62.20	-	1.50	1.35	1.22
11	54.330	4.93	7.00	240	31.70	0	6.90	230	16.34	-	1.52	1.38	1.31	54.630	4.93	4.10	300	4.34	24	5.30	20.00	66.74	-	1.42	1.22	1.13
12	54.500	5.10	7.10	240	33.00	0	6.90	235	18.84	-	1.45	1.28	1.17	54.800	5.10	6.60	200	17.30	0	6.00	35.00	47.67	-	1.48	1.27	1.19
13	54.670	5.27	7.10	244	33.90	0	7.00	235	11.80	-	1.52	1.39	1.30	54.970	5.27	6.80	190	24.60	0	6.40	55.00	22.25	-	1.56	1.35	1.22
14	54.840	5.44	7.10	245	34.10	0	7.10	235	11.80	-	1.49	1.23	1.23	55.140	5.44	7.00	210	32.50	0	6.70	132	19.30	-	1.56	1.34	1.23

หมายเหตุ : * พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุลบ

** พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุบวก

ตารางที่ ก14 ผลการทดลองรอบการทำงานที่สิบ (Cycle # 10) : อัตราการจ่ายน้ำ 300 ลิตรต่อชั่วโมง (19-25 ตค. 39)

ลำดับที่	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
	เลข มิเตอร์	ปริมาณ จ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)			เลข มิเตอร์	ปริมาณ จ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	55.924	0	3.30	440	0.20	56	8.55	3.00	nil	-	1.46	1.29	1.16	56.268	0	3.30	430	0.04	60	8.20	1.52	nil	-	1.46	1.29	1.20
2	56.604	0.68	3.30	420	0.10	50	8.00	1.85	nil	-	1.50	1.31	1.21	56.948	0.68	3.25	430	0.02	54	7.00	0.58	nil	-	1.47	1.30	1.20
3	57.284	1.36	3.30	430	0.16	48	8.05	1.76	nil	0.90	1.50	1.34	1.25	57.628	1.36	3.25	4.35	0.04	50	6.60	0.83	nil	0.81	1.47	1.31	1.20
4	57.964	2.04	3.30	425	0.15	52	8.00	2.10	nil	-	1.49	1.28	1.20	58.308	2.04	3.30	440	0.05	52	6.60	0.86	nil	-	1.50	1.40	1.29
5	58.644*	2.72*	3.25	430	0.17	54	8.00	2.08	nil*	0.85	1.48	1.26	1.20	58.988*	2.72*	3.30	425	0.06	54	6.90	1.00	nil*	0.72	1.56	1.44	1.31
6	59.324	3.40	3.25	410	0.19	54	5.10	12.10	83.99	-	1.48	1.26	1.20	59.668	3.40	3.30	410	0.10	56	6.45	2.98	6.81	-	1.53	1.40	1.31
7	60.004	4.08	3.30	400	0.22	50	5.00	16.50	67.65	-	1.52	1.38	1.30	60.348	4.08	3.40	420	0.06	48	5.60	5.10	20.43	-	1.49	1.39	1.25
8	60.344**	4.42**	3.60	310	2.79**	40**	5.60	44.00	47.67	-	1.50	1.31	1.21	60.688	4.42	3.35	390	0.04	50	5.05	7.70	51.76	-	1.49	1.35	1.25
9	60.514	4.59	6.70	220	6.51	0	6.15	170	36.50	-	1.52	1.35	1.29	60.858	4.59	3.40	395	0.08	52	5.00	10.10	53.46	-	1.48	1.35	1.22
10	60.684	4.76	6.90	240	29.45	0	6.60	210	23.15	-	1.49	1.32	1.21	61.028**	4.76**	3.40	370	1.19**	52**	5.10	13.20	57.66	-	1.56	1.40	1.30
11	60.854	4.93	7.00	245	30.69	0	6.70	235	17.71	-	1.49	1.29	1.20	61.198	4.93	3.70	320	5.58	28	5.30	19.80	45.40	-	1.55	1.40	1.29
12	61.024	5.10	7.00	242	33.17	0	6.85	230	19.52	-	1.50	1.34	1.24	61.368	5.10	6.50	195	11.50	0	6.00	39.50	59.02	-	1.52	1.41	1.30
13	61.194	5.27	7.20	245	31.93	0	7.00	235	11.80	-	1.46	1.28	1.16	61.538	5.27	6.80	205	22.10	0	6.15	59.90	20.88	-	1.58	1.49	1.37
14	61.364	5.44	7.20	245	35.15	0	7.05	235	10.22	-	1.47	1.28	1.15	61.708	5.44	7.00	220	33.50	0	6.60	144	19.98	-	1.53	1.39	1.30

หมายเหตุ : * พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุลบ

** พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุบวก

ตารางที่ ก15 ผลการทดลองรอบการทำงานที่สิเอ็ด (Cycle # 11) : อัตราการจ่ายน้ำ 300 ลิตรต่อชั่วโมง (16-22 พย. 39)

ลำดับ	ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน													ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน												
ที่	เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)			เลข	ปริมาณ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND.	Na	FMA	pH	COND.	SiO_2	TOC	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก	มิเตอร์	จ่ายน้ำ	pH	COND.	Na	FMA	pH	COND.	SiO_2	TOC	ขาเข้า	ขาเข้า	ขาออก
				(us/cm.)	(ppm)	(ppm)		(us/cm.)	(ppm)	(ppm)	CAT	AN	AN				(us/cm.)	(ppm)	(ppm)		(us/cm.)	(ppm)	(ppm)	CAT	AN	AN
1	62.333	0	3.15	394	0.15	44	7.40	2.90	nil	-	1.47	1.25	1.15	62.789	0	3.2	385	0.02	46	6.90	1.50	nil	-	1.46	1.30	1.06
2	63.013	0.68	3.15	417	0.10	46	6.95	2.10	nil	-	1.42	1.23	1.08	63.469	0.68	3.10	417	0.05	40	6.20	1.12	nil	-	1.47	1.30	1.05
3	63.693	1.36	3.10	417	0.10	46	6.90	1.98	nil	0.9	1.38	1.20	1.10	64.149	1.36	3.10	417	0.03	46	6.15	1.34	nil	0.81	1.46	1.31	1.08
4	64.373	2.04	3.15	340	0.13	40	7.05	2.10	nil	-	1.38	1.20	1.11	64.829	2.04	3.15	330	0.09	40	6.00	0.89	nil	-	1.50	1.31	1.22
5	65.053	2.72	3.15	342	0.16	42	7.10	2.36	nil	0.85	1.32	1.20	1.00	65.509	2.72	3.15	333	0.01	40	6.10	0.85	nil	0.72	1.51	1.38	1.27
6	65.733	3.40	3.10	358	0.18	42	6.95	1.95	nil	-	1.40	1.25	1.12	66.189	3.40	3.10	342	0.04	38	6.20	0.80	nil	-	1.58	1.42	1.30
7	66.403*	4.08*	3.10	358	0.20	40	7.00	2.24	nil*	-	1.40	1.24	1.12	66.869*	4.08*	3.10	350	0.09	40	6.15	0.85	nil*	-	1.55	1.40	1.32
8	66.753*	4.42**	3.20	336	4.10**	38**	5.60	6.00	49.94	-	1.42	1.25	1.14	67.209	4.42	3.15	340	0.12	40	5.60	13.40	52.21	-	1.55	1.41	1.30
9	66.923	4.59	6.10	178	16.40	0	6.80	109	50.46	-	1.40	1.23	1.11	67.370	4.59	3.20	365	0.12	38	5.80	205	53.04	-	1.49	1.36	1.14
10	67.093	4.76	6.90	238	24.20	0	6.80	116	51.30	-	1.42	1.26	1.14	67.549**	4.76**	3.35	316	1.14	30**	6.50	208	53.57	-	1.45	1.24	1.14
11	67.263	4.93	7.10	243	28.40	0	6.80	218	35.19	-	1.50	1.33	1.21	67.719	4.93	7.30	246	10.10	0	6.60	220	54.48	-	1.50	1.30	1.24
12	67.433	5.10	7.20	240	41.80	0	6.80	215	19.30	-	1.52	1.33	1.23	67.889	5.10	7.30	245	29.60	0	6.80	215	54.03	-	1.56	1.39	1.24
13	67.603	5.27	7.20	245	35.00	0	6.90	216	16.12	-	1.50	1.29	1.19	68.059	5.27	7.10	245	35.30	0	6.90	220	36.32	-	1.55	1.40	1.30
14	67.773	5.44	7.10	245	35.60	0	7.00	217	10.90	-	1.46	1.30	1.19	68.229	5.44	7.20	242	35.60	0	7.00	213	28.38	-	1.55	1.38	1.29
15	67.943	5.61	7.10	245	35.30	0	7.10	220	10.22	-	1.48	1.31	1.19	68.399	5.61	7.10	242	37.50	0	7.05	216	19.30	-	1.52	1.36	1.25

หมายเหตุ : * พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุลบ

** พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุบวก

ตารางที่ ก16 ผลการทดลองรอบการทำงานที่สิบสอง (Cycle # 12) : อัตราการจ่ายน้ำ 100 ลิตรต่อชั่วโมง (7-13 ธค. 39)

ระบบโคเคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

ลำดับที่	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	68.734	0	3.15	400	0.18	44	7.30	2.30	nil	-	1.45	1.28	1.19
2	69.414	0.68	3.10	424	0.14	42	7.10	1.95	nil	-	1.45	1.25	1.10
3	70.094	1.36	3.10	410	0.10	44	6.90	1.98	nil	0.88	1.48	1.26	1.15
4	70.774	2.04	3.10	415	0.12	40	6.95	2.35	nil	-	1.50	1.34	1.22
5	71.454	2.72	3.15	395	0.09	46	7.05	2.20	nil	1.01	1.46	1.24	1.16
6	72.134	3.40	3.15	405	0.16	46	7.00	2.40	nil	-	1.48	1.24	1.15
7	72.814*	4.08*	3.20	420	0.20	42	7.20	2.05	nil*	-	1.49	1.22	1.14
8	73.154**	4.42**	3.25	398	0.56**	40**	5.70	9.06	56.75	-	1.50	1.30	1.19
9	73.324	4.59	6.00	199	16.30	0	6.80	115	52.30	-	1.56	1.38	1.27
10	73.494	4.76	6.90	220	25.10	0	6.80	206	45.40	-	1.55	1.38	1.25
11	73.664	4.93	6.95	224	31.10	0	6.90	219	31.78	-	1.54	1.35	1.25
12	73.834	5.10	7.00	228	30.10	0	7.00	220	19.98	-	1.50	1.32	1.26
13	74.004	5.27	7.15	235	31.90	0	7.20	218	11.35	-	1.49	1.28	1.15
14	74.174	5.44	7.20	242	31.90	0	7.10	220	11.35	-	1.49	1.26	1.19
	74.344	5.61	7.20	245	35.60	0	7.15	217	9.08	-	1.50	1.30	1.21

ระบบเคาน์เตอร์เคอร์เรนต์รีเจนเนอเรชัน

ลำดับที่	เลขมิเตอร์	ปริมาณจ่ายน้ำ	น้ำออกจากเรซินประจุบวก				น้ำออกจากเรซินประจุลบ				ความดัน (กก./ซม^2)		
			pH	COND. (us/cm.)	Na (ppm)	FMA (ppm)	pH	COND. (us/cm.)	SiO_2 (ppm)	TOC (ppm)	ขาเข้า CAT	ขาเข้า AN	ขาออก AN
1	69.716	0	3.10	398	0.12	42	6.95	1.35	nil	-	1.54	1.35	1.21
2	70.396	0.68	3.10	417	0.03	44	6.30	0.76	nil	-	1.50	1.24	1.17
3	71.076	1.36	3.10	410	0.03	40	6.40	0.98	nil	0.78	1.52	1.24	1.18
4	71.756	2.04	3.10	386	0.02	42	6.40	1.32	nil	-	1.54	1.30	1.19
5	72.436	2.72	3.15	394	0.02	46	6.35	1.15	nil	0.75	1.52	1.26	1.17
6	73.116	3.40	3.10	405	0.04	46	6.50	1.00	nil	-	1.56	1.42	1.30
7	73.796*	4.08*	3.10	410	0.04	42	6.60	0.98	nil*	-	1.49	1.28	1.16
8	74.136	4.42	3.15	415	0.06	44	5.50	6.93	63.56	-	1.46	1.26	1.15
9	74.306**	4.59**	3.25	348	0.62**	38**	5.70	118	62.46	-	1.50	1.25	1.16
10	74.476	4.76	6.80	238	7.44	0	6.70	202	61.29	-	1.48	1.23	1.05
11	74.646	4.93	7.00	240	34.10	0	6.80	220	56.75	-	1.46	1.23	1.08
12	74.816	5.10	7.05	245	31.30	0	7.00	218	56.75	-	1.48	1.23	1.06
13	74.986	5.27	7.20	243	33.20	0	7.15	215	11.80	-	1.42	1.22	1.10
14	75.156	5.44	7.10	242	29.50	0	7.20	217	26.11	-	1.35	1.20	1.10
	75.326	5.61	7.20	245	29.50		7.15	220	21.57	-	1.42	1.23	1.15

หมายเหตุ : * พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุลบ

** พิจารณาเป็นจุดอิ่มตัว (Break Through point) ของเรซินประจุบวก

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างของวิธีการคำนวณ

ข.1 ตัวอย่างวิธีการคำนวณหาปริมาตรสุทธิภายในหอแต่ละหอของหน่วยปฏิบัติการ

การคำนวณปริมาตรของหัวรับ-จ่ายน้ำ

จากสูตร, ปริมาตรหัวรับ-จ่ายน้ำ = ¶ x(รัศมีของหัวรับ-จ่ายน้ำ)^{2}x(ความสูงของหัวรับ-จ่ายน้ำ)

= ¶ x $\left(\frac{6.50}{2}\text{ ซม.}\right)^2$ x (5.00 ซม.)

= **165.92 ซม.^{3}**

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาตรภายในหอเรซินประจุบวกของระบบโคเคอร์เรนต์

จากสูตร, ปริมาตรภายในหอเรซินประจุบวกก่อนลบปริมาตรหัวรับ-จ่ายน้ำ

= ¶ x (รัศมีภายในของหอ)^2 x (ความสูงภายในของหอ)

= ¶ x $\left(\frac{9.65\text{ ซม.}}{2}\right)^2$ x (118.0 ซม.)

= **8630.3 ซม.^{3}**

และ ปริมาตรภายในหอเรซินประจุบวกหลังลบปริมาตรหัวรับ-จ่ายน้ำ 2 หัว

= ปริมาตรภายในหอเรซินประจุบวกก่อนลบปริมาตรหัวรับ-จ่ายน้ำ - (2 x ปริมาตรหัวรับ-จ่ายน้ำ)

= **8630.3-(2 x 165.92) ซม.^{3}**

= **8298 ซม.^{3}**

สำหรับการคำนวณปริมาตรสุทธิภายในหออื่น ๆ ก็ทำได้ในทำนองเดียวกัน

ข.2 ตัวอย่างวิธีการคำนวณหาปริมาณเรซินในรูปแบบอิ่มตัว ที่ต้องใช้กับหอแต่ละหอของหน่วยปฏิบัติการ และการคำนวณหาความสูงของชั้นเรซินในหอแต่ละหอ

ตัวอย่างการคำนวณกรณีหอเรซินประจุบวกของระบบโคเคอร์เรนต์ (ตามผลการทดลองข้อ 5.5)

% การขยายตัวของเรซินประจุบวก = 2.697 %

ปริมาตรเรซินรูปแบบรีเจนเนอเรต = 8.298 ลิตร

จาก % การขยายตัวจะได้ว่า

เรซินรูปแบบรีเจนเนอเรต 102.697 ล.ขยายตัวมาจากรูปแบบอิ่มตัว 100 ล.

∴ เรซินรูปแบบรีเจนเนอเรต 8.298 ลงขยายตัวมาจากรูปแบบอิ่มตัว $\frac{100 \times 8.298}{102.697}$ ล.

= 8.080 ล.

หรือ = 8080 ซม.^{3}

จากสูตร, ปริมาตรหอ = π x (รัศมีหอ)^2 x (ความสูงหอ) จะได้ว่า

ปริมาณเรซิน = π x (รัศมีหอบรรจุเรซิน)^2 x (ความสูงของชั้นเรซิน)

∴ ความสูงของชั้นเรซิน = $\frac{\text{ปริมาณเรซิน}}{\pi \times (\text{รัศมีหอบรรจุเรซิน})^2}$

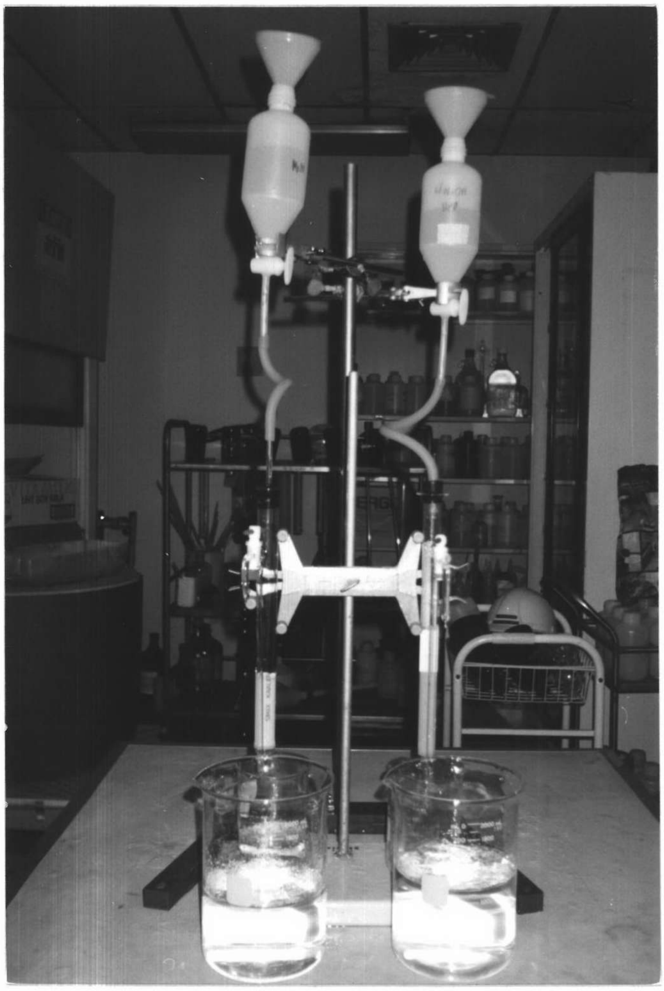
$$= \frac{8080 \text{ ซม.}^3}{\pi \times \left(\frac{9.65}{2} \text{ ซม.}\right)^2}$$

= 110.5 ซม.

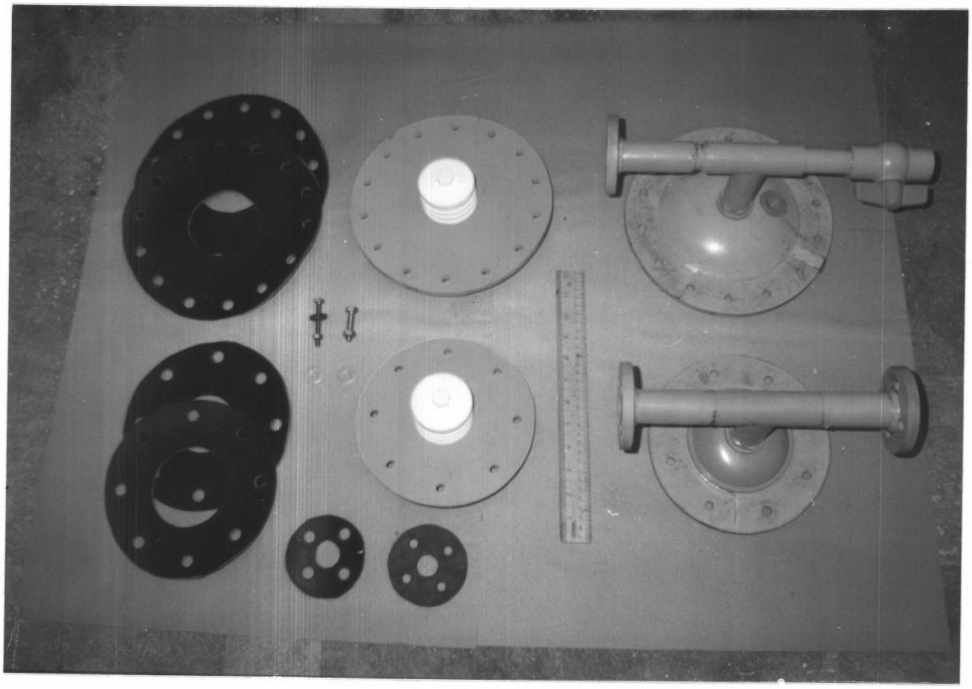
สำหรับหออื่น ๆ ก็สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน

ภาคผนวก ค.

ภาพถ่าย

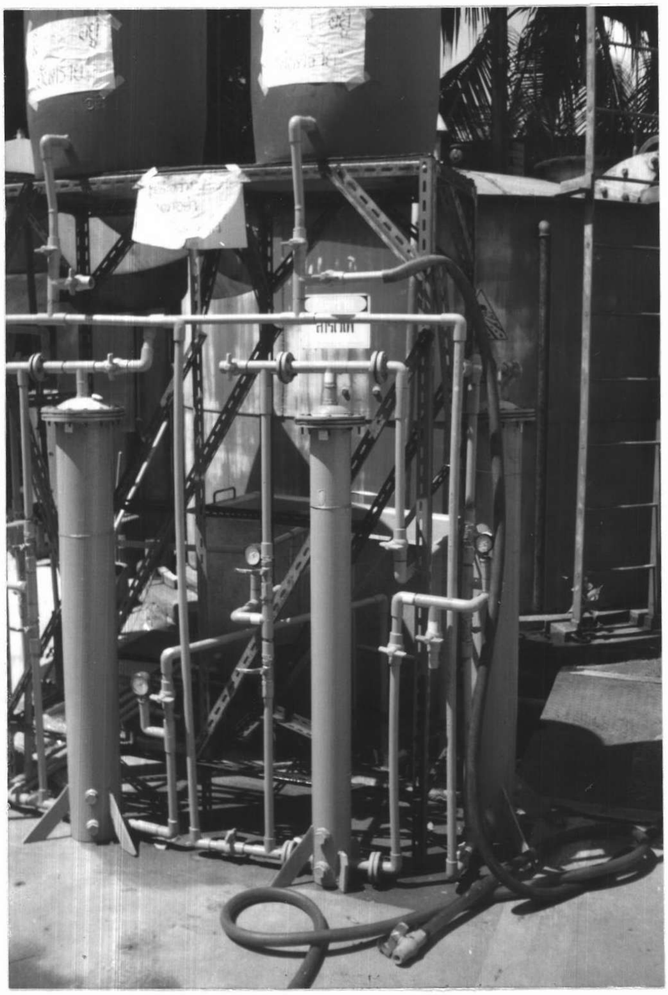


รูปที่ ค.1 ภาพถ่ายชุดการทดลองการขยายตัวของเรซินในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ ค. 2 ภาพถ่ายชิ้นส่วนประกอบของหอทดลอง

รูปที่ ค. 3 ภาพถ่ายหอทดลองก่อนติดตั้งระบบท่อ



รูปที่ ค.4 ก,ข ภาพถ่าย หน่วยปฏิบัติการทดลองที่สร้างขึ้น

ภาคผนวก ง.

- **Engineering Bulletin and Data Sheet**

  (ของบริษัท Rohm and Haas)
- **Table of Density of Aqueous Hydrochloric Acid Solutions**
- **Table of Density of Aqueous Sodium Hydroxide Solutions**

ROHM AND HAAS
EUROPEAN REGION

ION EXCHANGE
RESINS

AMBERLITE 200 ENGINEERING BULLETIN

CO-CURRENT REGENERATION – HYDROCHLORIC ACID

INTRODUCTION

Amberlite 200 is a macroreticular cation exchange resin supplied as attrition resistant spherical particles in a moist, completely swollen condition. Suggested operating conditions and general physical properties of Amberlite 200 are listed in Tables 1 and 2. More detailed information on regeneration techniques and methods for calculating capacities and leakages are presented in these notes. Figures 9 and 10 show pressure drop and backwash expansion values for Amberlite 200.

Table 1 — Physical Properties

Ionic Form	Sodium
Shape	Spherical particles
Density	770 – 830 g/litre
Shipping Weight *	800 g/litre
Moisture Content	46 to 51%
Screen Grading (Wet)	16 to 50 mesh (US Standard Screen) 0.3-1.2mm
Effective Size	0.39 to 0.49mm
Uniformity Coefficient	2.0 maximum
Fines Content	2% max through 50 US mesh 2% max smaller than 0.3mm
Physical Stability	Amberlite 200 in the field and laboratory has proven itself to be the most resistant to breakdown caused by mechanical, thermal or osmotic shock of all available cation exchange resins.
Reversible Swelling	3 – 5% on complete conversion from Na to H form.
Total Exchange Capacity	1.75 meq/ml min (wet) 87.5g $CaCO_3$/litre min (wet) 4.3 meq/g min (dry)
Temperature Limitation	150°C max

Table 2 — Suggested operating conditions — HCL Regeneration

pH limitations	none
Minimum Bed Depth	600 mm
Backwash Flow Rate	See text
Regenerant Concentration	4 to 10% HCl (see text)
Regeneration Flow Rate	2 – 4 BV/h
Rinse Water Requirements	4 to 10 BV
Rinse Flow Rate	1 BV at regeneration flow rate, remainder at 12 BV/h
Service Flow Rate	16 – 40 BV/h
Exchange Capacity	See text

* Ion exchange resins are sold on a volume basis but are packed out and shipped by weight. The shipping weight for each resin is fixed and does not take account of the variations in density and moisture holding content allowed within the product specification. Therefore, although the weight of material supplied is constant, there may be slight variations in volume reflecting batch to batch variations of density and moisture holding capacity.

** Rohm and Haas Company reserve the right to ammend the above specifications without further notice.

HYDROGEN CYCLE—ACID REGENERATION

When Amberlite 200 is operated in the hydrogen cycle, either sulphuric or hydrochloric acid is normally used as the regenerant. Three factors should be çonsidered when choosing the proper acid:

1. Cost of each acid at site.
2. Acid handling facilities at site.
3. Characteristics of water to be treated.

While the first two factors are self-explanatory, the third factor deserves an explanation. If the calcium content of the water to be treated exceeds 20 percent of the total cations, there is danger of calcium sulphate precipitating when sulphuric acid is used to regenerate Amberlite 200 or other high capacity polystyrene cation resins. The precipitation can be minimized by the following techniques which are described in detail in the Amberlite 200 sulphuric acid regeneration notes (Bulletin IX200/EB/1):

1. Progressive regeneration.
2. Use of dilute acid.
3. Limiting the temperature of the resin bed during regeneration to a level below 15°C.

However, even using these special techniques, calcium sulphate precipitation frequently is not completely eliminated and it shows up in increased leakage and lower exchange capacities. On waters of high calcium content, hydrochloric acid should be considered as the regenerant, since this acid does not form an insoluble precipitate with calcium, magnesium or other ions encountered in a natural water. The data presented in this bulletin provides all the information needed to determine capacity and leakage when regenerating Amberlite 200 with hydrochloric acid in a normal down-flow procedure.

CAPACITY AND LEAKAGE DATA

In order to apply the data given in Figures 1 to 8 in these notes, it is necessary to consider an analysis of the water to be treated. The following characteristics should be calculated from the analysis:

1. Sodium concentration as percent of total cations
2. Total alkalinity as percent of total anions

Total alkalinity is the sum of the concentration of bicarbonate, carbonate and hydroxide ions present in the water.

Examination of the subsequent data will show that performance (capacity and leakage) is dependent on the ratios of alkalinity and of sodium concentration to total dissolved solids. The effect of each of these factors can be expressed generally:

1. Increase alkalinity tends to
   a. Increasing capacity
   b. Decrease leakage
2. Increasing sodium concentration tends to
   a. Increase capacity when more than about 25 percent sodium is present
   b. Slightly decrease capacity from zero to about 25 percent sodium
   c. Increase leakage
3. Increasing acid dosage, within limits, tends to
   a. Increase capacity
   b. Decrease leakage

The capacity values given are corrected for leakage, but not corrected in respect to the water required for rinsing the resin free of acid after regeneration. Leakage is given in terms of average cation leakage as percent of total cations present in the raw water. It should be noted that Amberlite 200, at the higher regeneration levels, especially on waters of high sodium and low alkalinity content, exhibits a lower sodium leakage than gel type cation exchange resins.

OPERATIONAL PROCEDURE

The data reported in these notes were derived from laboratory studies using resin bed depths of 600mm and co-current operation for exhaustion, regeneration and rinse steps. Flow rates during exhaustion were maintained at 16 BV/h. Regeneration was carried out with a 10 percent solution of hydrochloric acid at a flow rate of 4 BV/h. Influent concentrations used during this study were 200 ppm as calcium carbonate in each case. These data are applicable for waters containing from 50 to 500 ppm as calcium carbonate total dissolved solids.

The successful application of these data in the field requires, of course, that the operating techniques which are actually employed be similar to those used in obtaining the data contained in these notes. Although the concentration of the hydrochloric acid solution used in the regeneration step is not critically important, the use of a 10 percent solution at the recommended flow rate results in a contact time that is very favourable for achieving optimum capacity and leakage characteristics. Deionized water was employed during the rinsing step in the laboratory procedures. Since rinsing with raw water will consume some of the total available capacity of the resin, capacities of field units using raw water for rinsing must be corrected to account for this loss.

Since Amberlite 200 used in obtaining these data was of typical production quality, similar performance characteristics can be expected from field units. To provide a working safety factor for long term unit operation, design engineers may prefer to reduce these capacity values to allow for engineering and equipment factors.

APPLICATION OF DATA

Each of the following figures shows both leakage and capacity characteristics for a wide range of regeneration levels. If the influent composition (sodium and alkalinity) and pre-specified allowable leakage are known, it is relatively easy to determine the proper acid dosage which will result in the desired leakage for a given influent. After the regeneration level is selected reference to the accompanying capacity plot will indicate the capacity performance of Amberlite 200 to be expected at the same operating conditions.

In the example, it should be noted that the selection of the proper acid dosage was made to correspond to a leakage factor slightly less than that specified. It would be desirable to use this technique in actual practice to assure satisfactory leakage performance since the data indicate average leakage values.

EXAMPLE

Analysis of a water sample shows the following concentration of ions (ppm as $CaCO_3$); allowable leakage desired is no more than 10 ppm.

Cations

Calcium	85
Magnesium	55
Sodium	210
Total Cations	350

$$\% \text{ Sodium} = \frac{210}{350} \times 100 = 60\%$$

Anions

Alkalinity	140
Chloride	123
Nitrate	3
Sulphate	84
Total Anions	350

$$\% \text{ Alkalinity} = \frac{140}{350} \times 100 = 40\%$$

$$\% \text{ Theoretical Mineral Acidity} = \frac{123 + 3 + 84}{350} \times 100 = 60\%$$

$$\text{Percent Tolerable Leakage} = \frac{10}{350} \times 100 = 2.9\%$$

Examination of the leakage plots in Figures 1 to 8 indicates that, for 60% sodium and 40% alkalinity (interpolation between 25 and 50%), an average leakage of about 2.0% can be expected at a regeneration level of 80 g of 100% hydrochloric acid or 267 g of 30% acid (Figure 4). From the adjacent capacity plot (also Figure 4), it is seen that this acid dosage will produce a corrected capacity of about 49.5 g $CaCO_3$ per litre of Amberlite 200. Since this water contains 350 ppm (as $CaCO_3$) of total cations or 0.35 g $CaCO_3$ per litre, approximately 141 BV can be treated. Assuming that the resin is to be rinsed with 7 BV of the raw water, this figure must be adjusted to account for the capacity consumed during rinsing. This means that the net available treated water produced will be 134 BV.

IMPORTANT NOTICE

The fundamental data contained in this technical bulletin may not be applicable to all field situations without some modification. An engineering company or equipment manufacturer, who will give consideration to the specific conditions of operation, should be consulted before any attempt is made to use these data in the design of a commercial scale operation.

FIGURE 1 — AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL

32 g 100% HCl/litre resin
or
107 g 30% HCl/litre resin

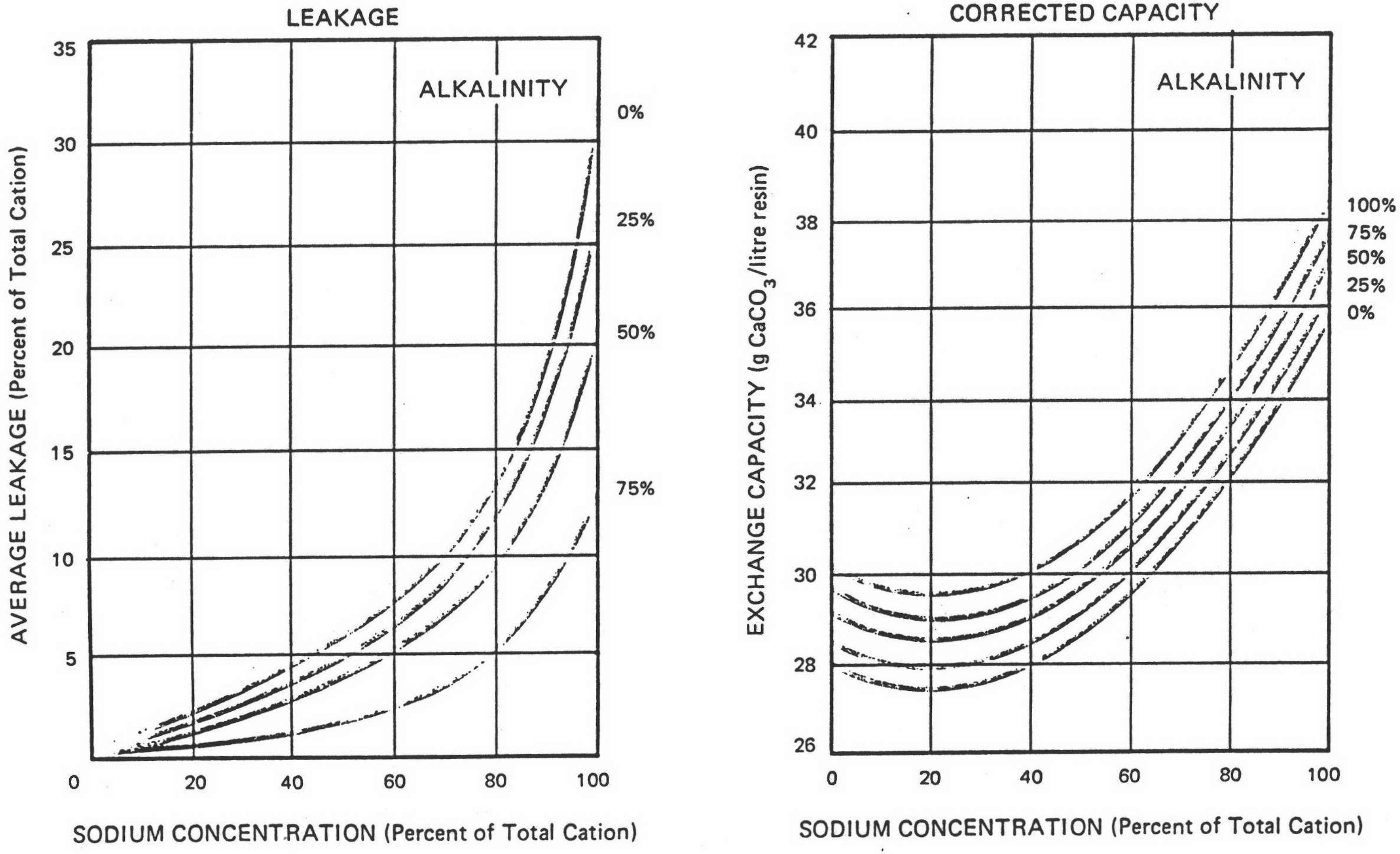


FIGURE 2 – AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL 48g 100% HCl/litre resin or 160g 30% HCl/litre resin

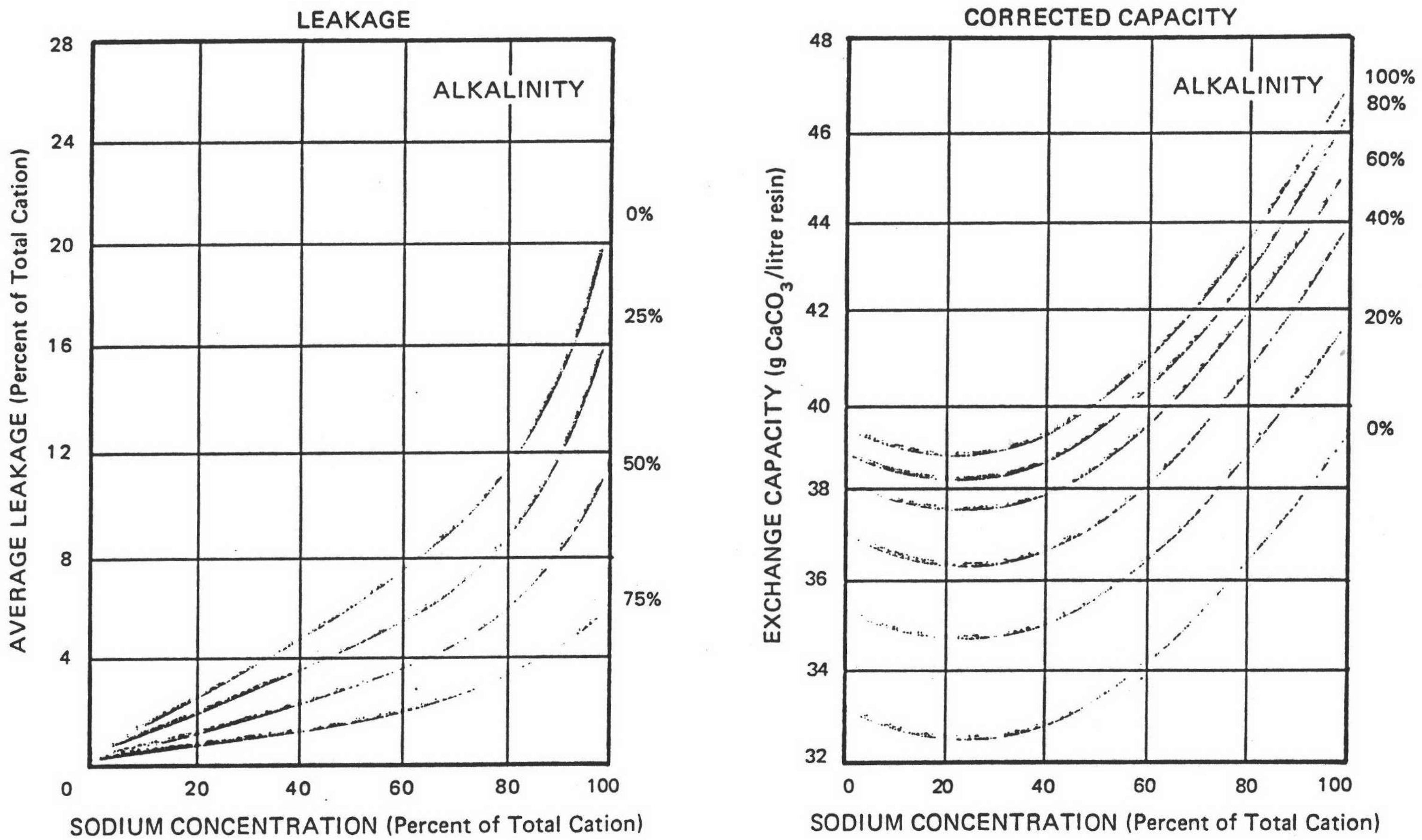


FIGURE 3 – AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL 64g 100% HCl/litre resin or 213g 30% HCl/litre resin

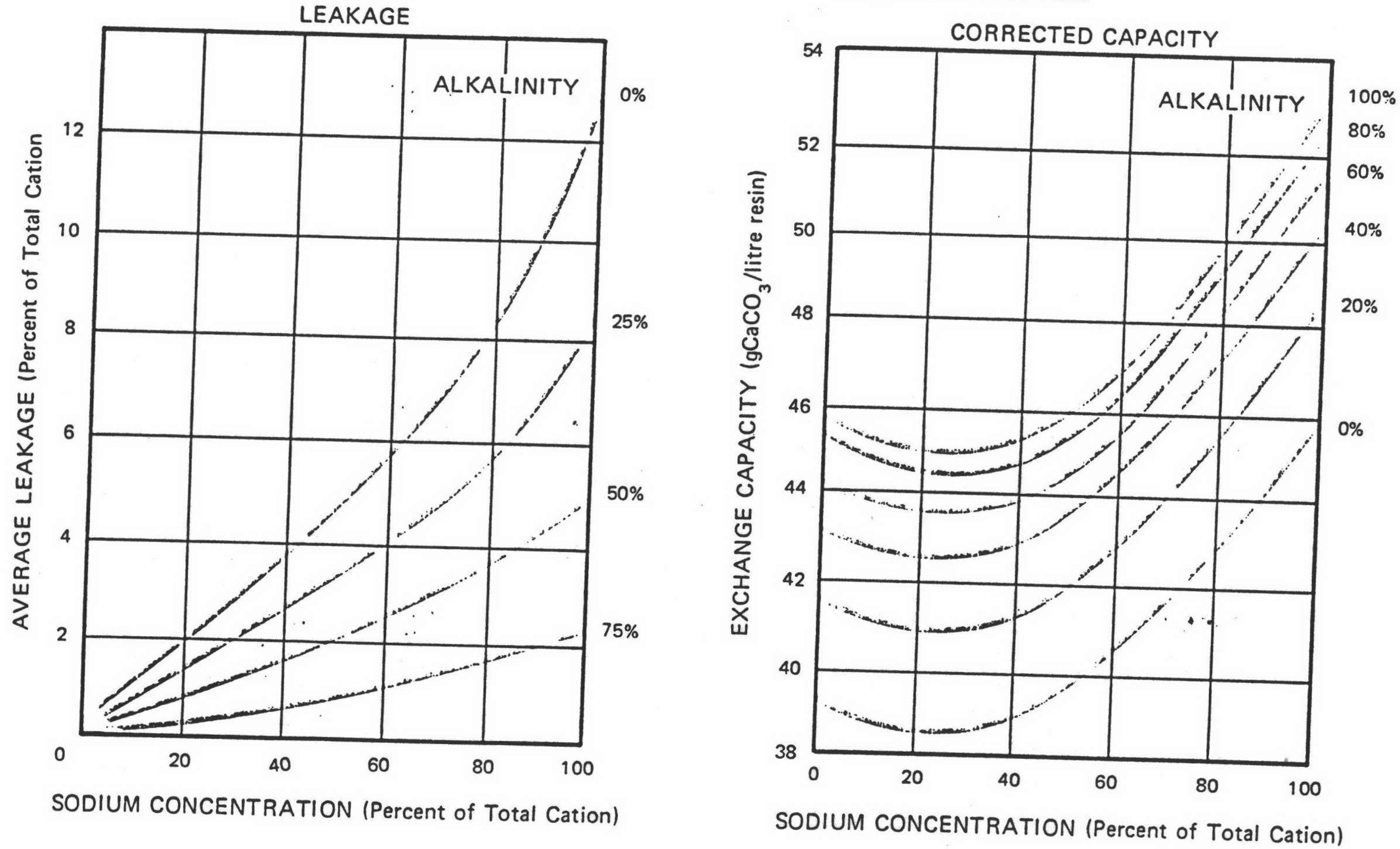


FIGURE 4 – AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL 80g 100% HCl/litre resin or 267g 30% HCl/litre resin

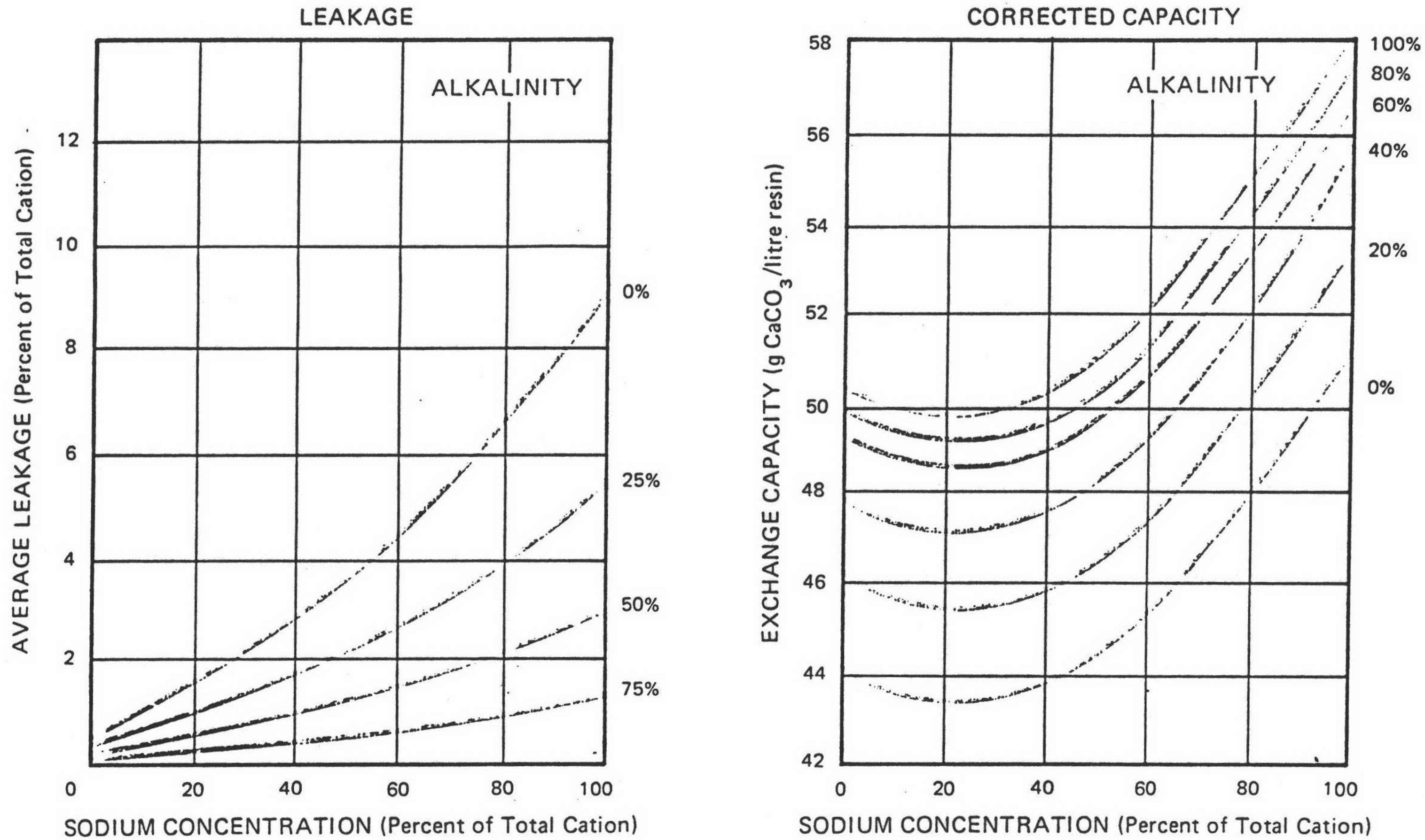
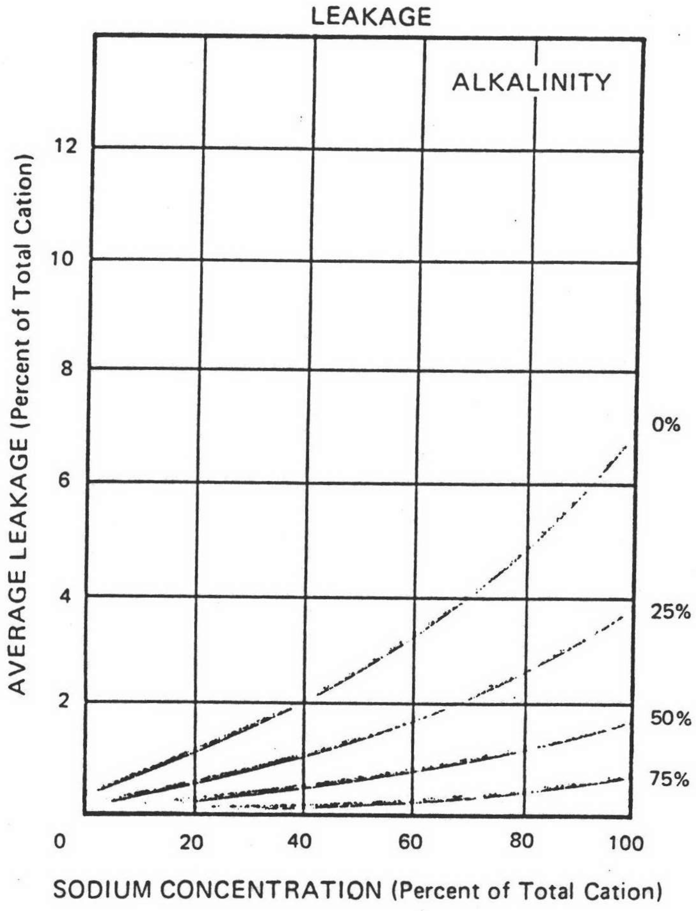


FIGURE 5 – AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL 96g 100% HCl/litre resin or 320g 30% HCl/litre resin



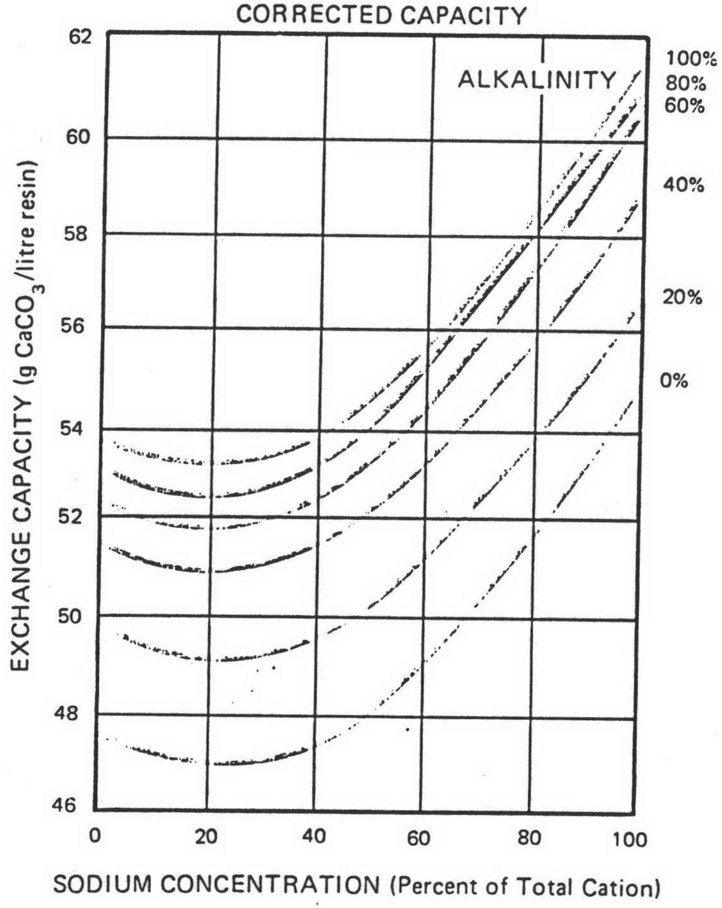


FIGURE 6 — AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL 112g 100% HCl/litre resin or 373 g 30% HCl/litre resin

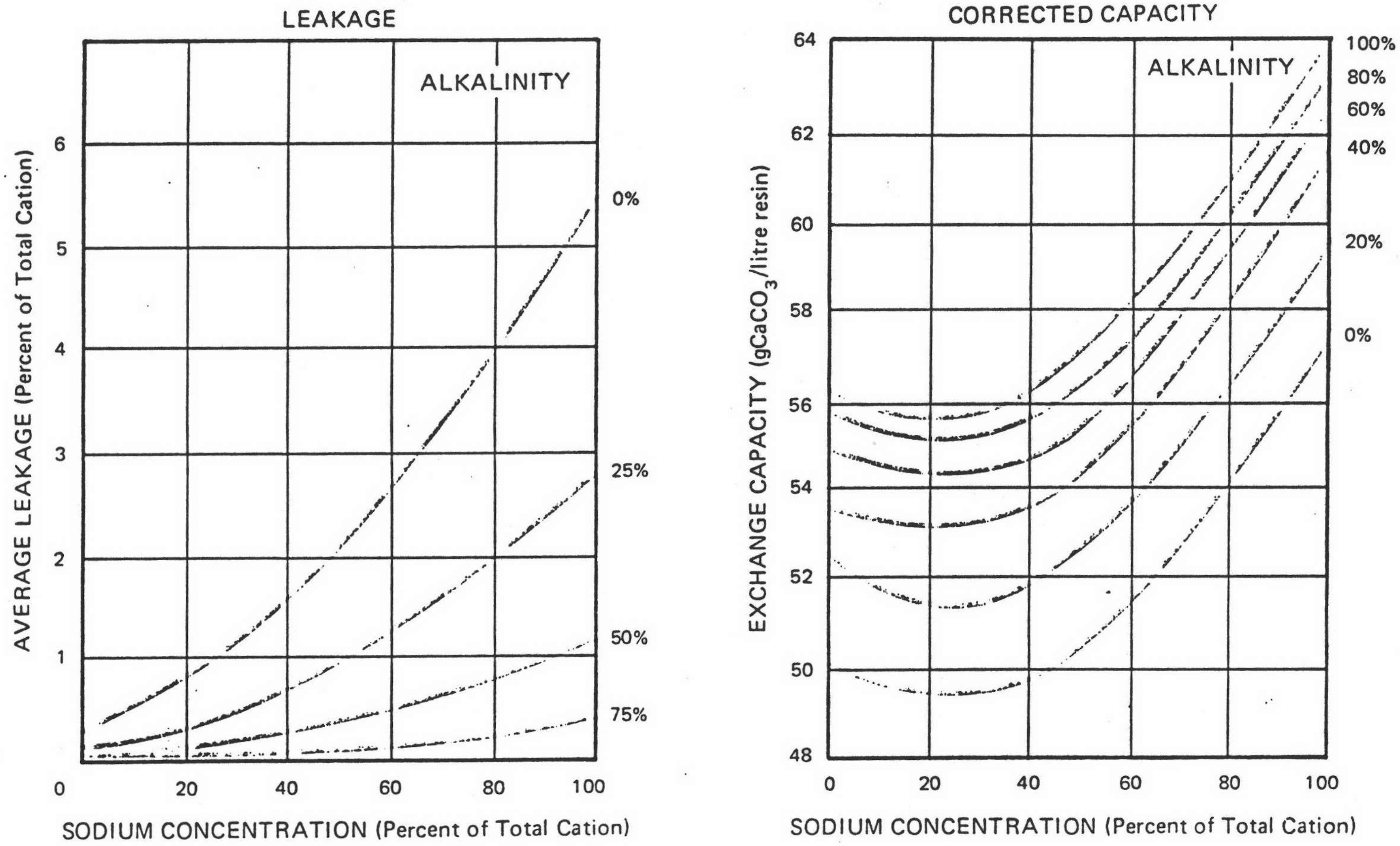


FIGURE 7 – AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL 128 g 100% HCl/litre resin
or
427 g 30% HCl/litre resin

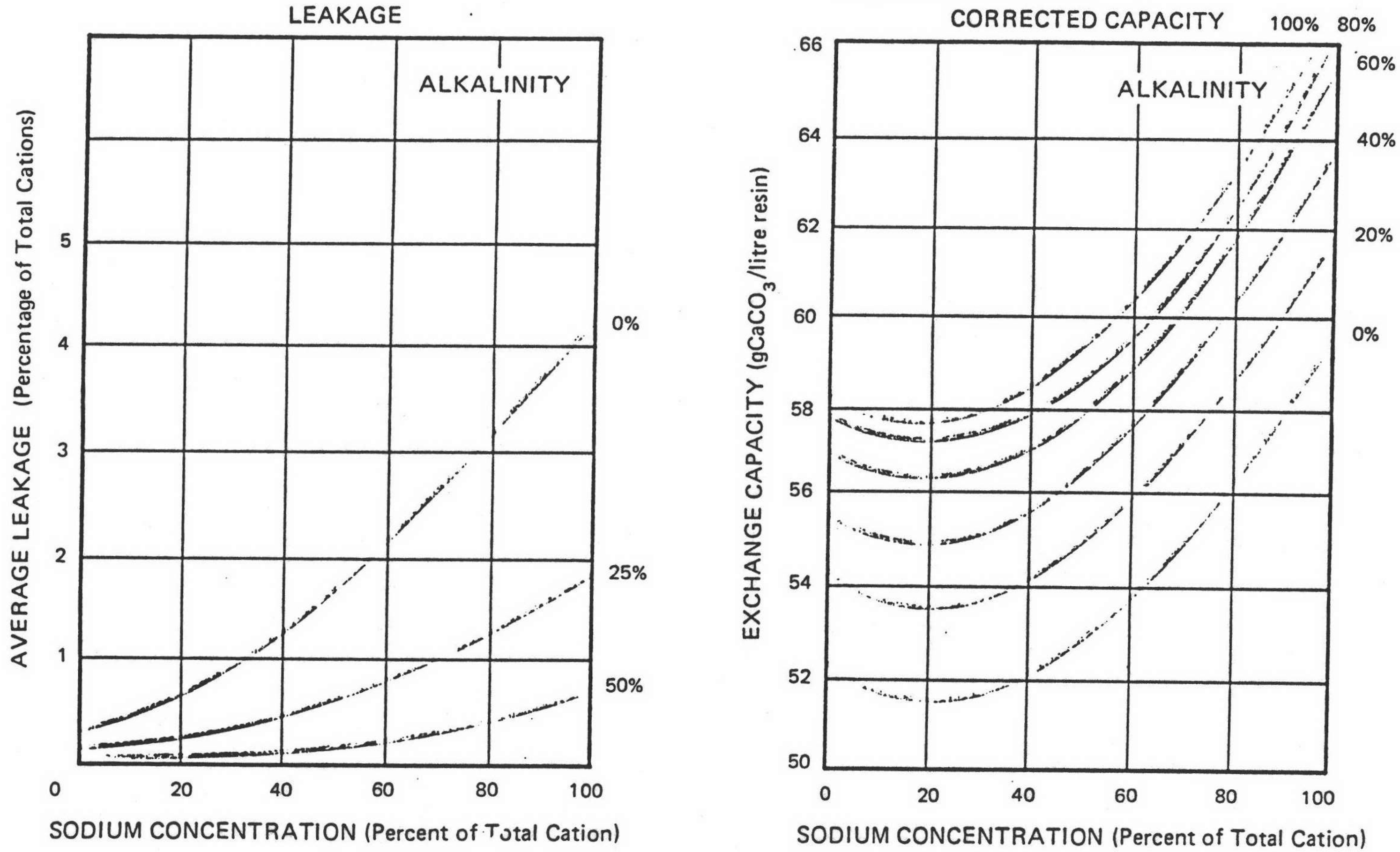


FIGURE 8 – AMBERLITE 200 REGENERATION LEVEL 144g 100% HCl/litre resin or 480g 30% HCl/litre resin

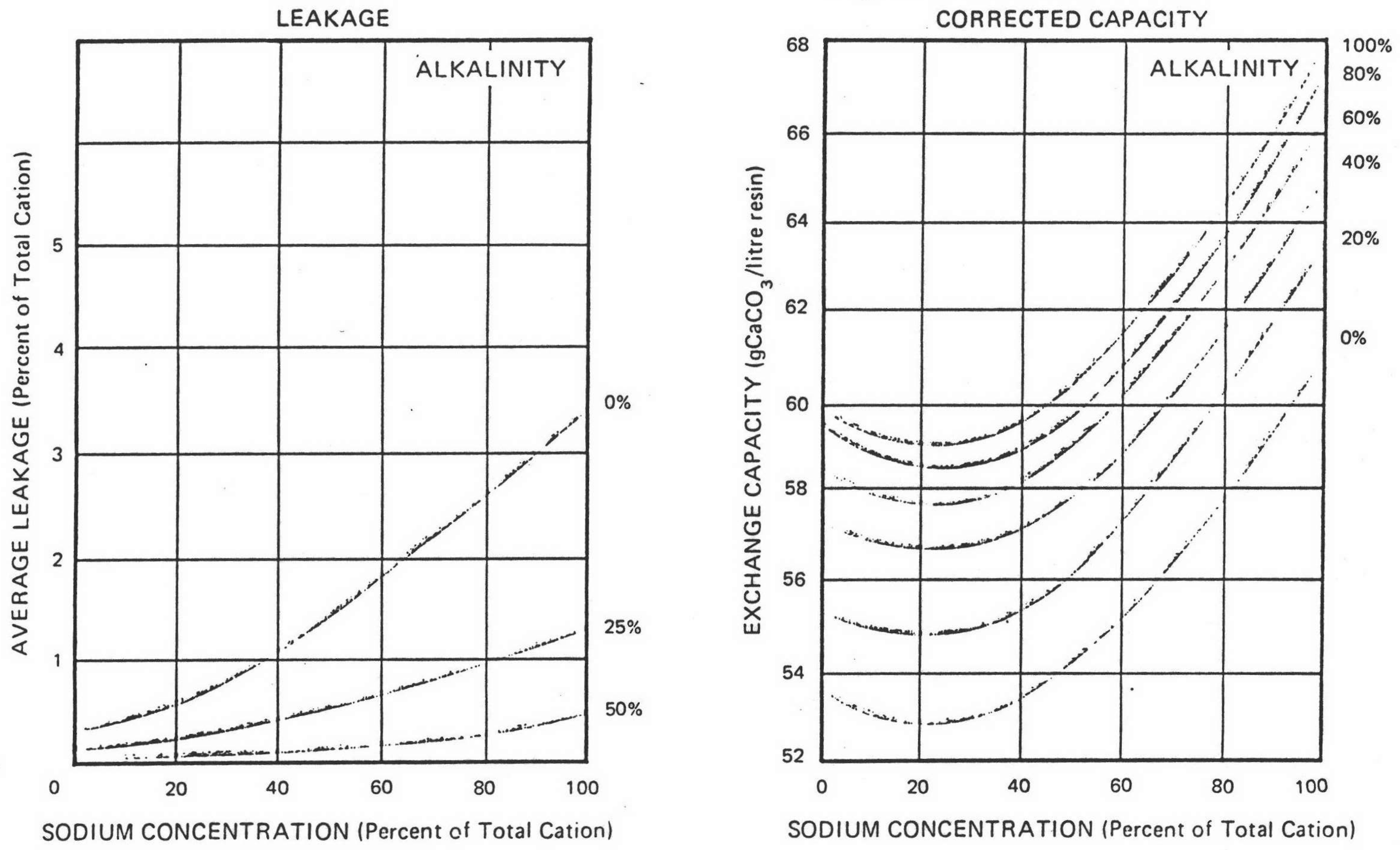


FIGURE 9 – AMBERLITE 200 PRESSURE DROP

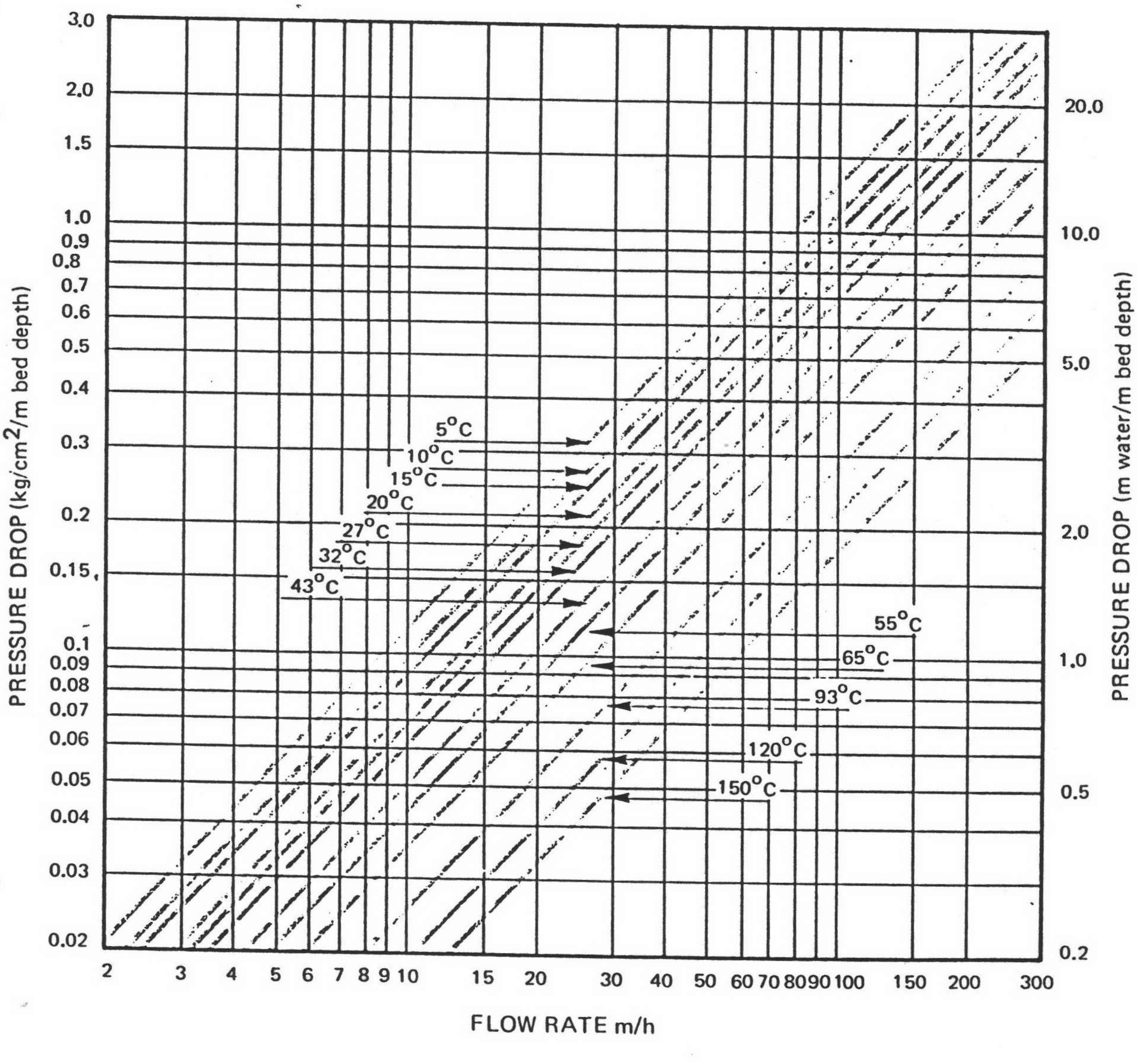
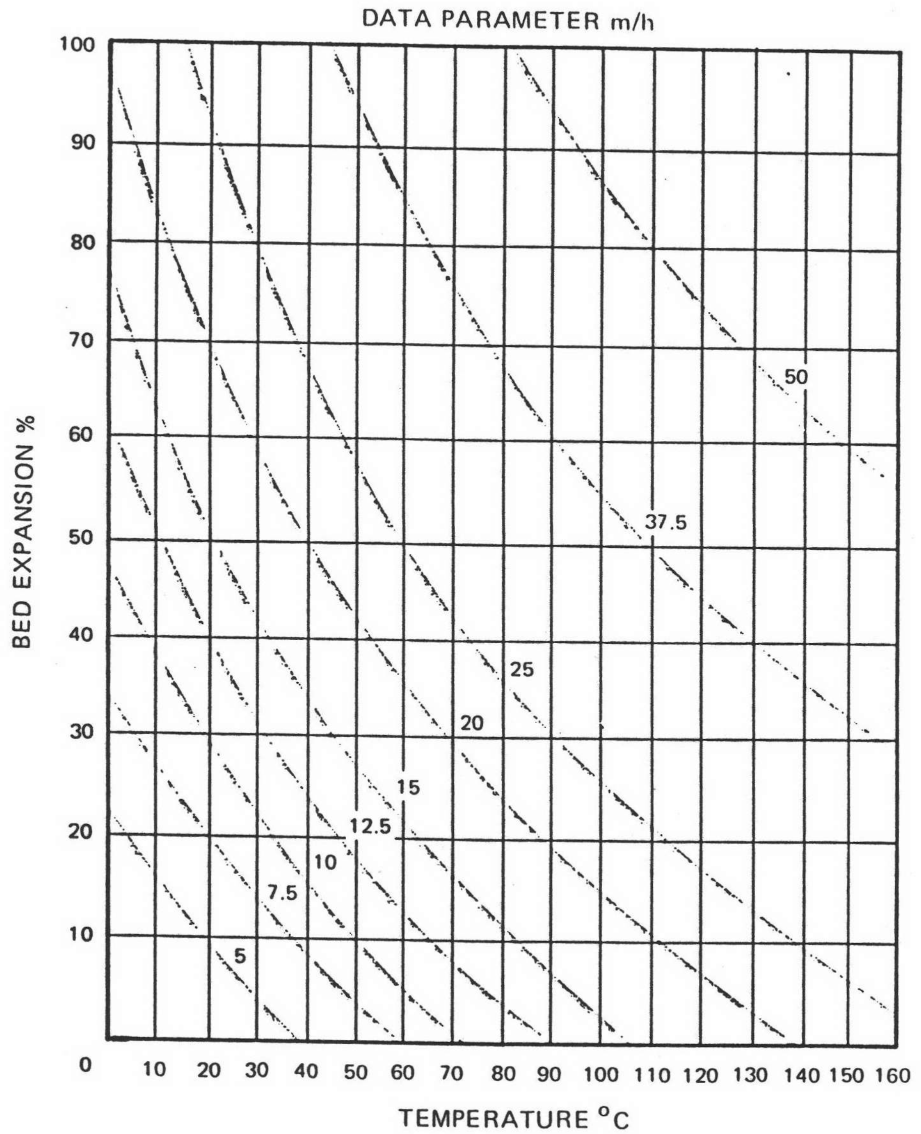


FIGURE 10 – AMBERLITE 200 HYDRAULIC EXPANSION



Rohm and Haas Gesellschaft M.B.H. Austria,
Marokkanergasse 16,
1037 Wien.
Postfach 47
Telephone: 73 45 31-0
Telex: 13199

Rohm and Haas Benelux NV,
Noorderlaan 111 B9,
2030 Antwerp.
Belgium.
Telephone: 3231 425190
Telex: 71805

Rohm and Haas Deutschland GmbH,
6000 Frankfurt/Main,
Rheinstrasse 29
Telephone: 0611 740366
Telex: 0413440

Rohm and Haas Espana, S.A.,
Provenza 216,
Barcelona 36, Espana.
Telephone: 2545105
Telex: 53150

Rohm and Haas France S.A.,
La Tour de Lyon, 185, rue de Bercy,
75579 Paris, Cedex 12.
Telephone: 345-24-21
Telex: 220 819

Rohm and Haas Italia S.P.A.,
Via Vittor Pisani, 26,
20124 Milano.
Telephone: 6256
Telex: 310510

Rohm and Haas Nordiska AB,
Box 3041, S-161 03 Bromma,
Sverige.
Telephone: 08/87 02 80
Telex: 10735

Rohm and Haas (South Africa) (PTY) Limited
P.O. Box 78,
New Germany, 3620, Natal.
Telephone: Durban 72 0241
Telex: 6-5074 SA

Rohm and Haas (UK) Limited,
Lennig House,
2, Mason's Avenue,
Croydon CR9 3NB England.
Telephone: 01 686 8844
Telex: 917266

*AMBERLITE and MONOBED are trademarks Reg. U.S. Pat. Off. and in principal foreign countries.
These suggestions and data are based on information we believe to be reliable. They are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and methods c of our products are beyond our control. We recommend that the prospec-ti. user determine the suitability of our materials and suggestions before adopting them on a commercial scale.
Suggestions for uses of our products or the inclusion of descriptive material from patents and the citation of specific patents in this publication should not be understood as recommending the use of our products in violation of any patent or as permission or licence to use any patents of the Rohm and Haas Company.

ROHM AND HAAS

SEPARATION TECHNOLOGIES

AMBERLITE® 200C

CATION EXCHANGE RESIN

Amberlite 200C is a macroreticular, strongly acidic cation exchange resin supplied in the hydrogen or sodium form as dark grey spherical beads virtually perfect in appearance. The patented macroreticular structure of Amberlite 200C has a high level of crosslinking and porosity which makes it the most physically and chemically stable cation resin available. Due to its remarkable strength and durability, Amberlite 200C (H) resin has been used successfully for many years in such demanding applications as high flow rate condensate polishing and the production of ultrapure water for semiconductor manufacturing.

IMPORTANT FEATURES

Superior Physical Stability

The macroreticular structure of Amberlite 200C resin provides a fixed porous polymer network which is extraordinarily resistant to physical breakdown. The outstanding physical stability of Amberlite 200C resin has been proven through years of use under physically demanding conditions.

Outstanding Chemical Stability

Amberlite 200C resin is stable over the entire pH range. The highly crosslinked macroreticular polymer matrix of this resin is the most resistant to oxidative attack of any commercially available strong acid cation resin.

High Purity

The highly regenerated hydrogen form, Amberlite 200C (H), is virtually free of metal contaminants. Amberlite 200C (H), is an excellent choice for condensate polishing and all high purity water applications.

PHYSICAL CHARACTERISTICS

Physical Form -- Hard, attrition-resistant, opaque, dark grey spherical beads. Supplied in the hydrogen or sodium form in a moist, fully hydrated condition. Typical physical properties of Amberlite 200C resin are listed in Table 1.

TABLE 1

TYPICAL PHYSICAL PROPERTIES OF AMBERLITE 200C RESIN

Ionic Form	Hydrogen	Sodium
Shipping Weight	48 lbs/ft³	60 lbs/ft³
Moisture Content	53%	48%
Total Capacity	1.65 meq/ml	1.7 meq/ml
Screen Size	−16 +30	−16 +30

Volume Change – This resin will experience a volume increase of approximately 3% when converted from the sodium to the hydrogen form.

TABLE 2

JGGESTED OPERATING CONDITIONS*

General:	
H Limitation	None
axlmum Temperature	275°F (135°C)
egenerant Concentration	0.5 to 10% H_2SO_4 4 to 10% HCl 10% NaCl (sodium cycle)
egenerant Flow Rate	0.25 to 0.5 gpm/ft³ (2 to 4 l/hr/l)
nse Flow Rate	0.25 to 0.5 gpm/ft³ Initially to displace regenerant then 1.5 gpm/ft³
nse Water Requirements	Approx. 75 gal/ft³ (10 l/l)
ackwash Flow Rate	See Figure 2
Single Bed Operation:	
ed Depth	2 ft. min. (0.6 m)
ervice Flow Rate	1 to 3 gpm/ft³
Mixed Bed Operation:	
'olume of Cation Resin in Mixed Bed	30 to 65%
otal Depth of Mixed Bed	3 to 5 ft (1 to 1.5 m)
ervice Flow Rate, Linear Velocity	10 to 50 gpm/ft² (24 to 120 m/hr)

'hese suggestions cover the majority of conditions encoun-ered in operating units. There may be conditions which require operation outside these parameters (e.g. regenerant flow rate). Recommendations concerning operations of this nature should be sought from the equipment supplier, a knowledgeable con-ultant or your Rohm and Haas technical representative.

APPLICATIONS

High Flow Rate, Mixed Bed Condensate Polishing

Ambersep 200C (H) has an unparalleled history of success in mixed bed condensate polishing at both nuclear and fossil fired power stations. A highly crosslinked macroreticular structure gives Amberlite 200C (H) the physical strength to withstand years of use in the most aggressive condensate polishing plants. It can deliver excellent service in hydrogen cycle operation yet also has the strength needed for the extended bed runs encountered in plants operating in the ammonia cycle.

Production Of Ultrapure Water

The exceptional physical and chemical stability of Amberlite 200C (H) make it extremely useful in mixed beds for producing ultrapure water used in rinsing microelectronic semiconductor devices. These characteristics enable Amberlite 200C (H) to produce water of near theoretical purity in mixed beds following reverse osmosis systems. The high purity of Amberlite 200C (H) and its excellent resistance to oxidative attack allow the production of water with exceptionally low organics content as measured by Total Organic Carbon (TOC).

Deionization

Amberlite 200C (H) is very useful in separate bed deionization systems, particularly where flow rates are high or increased physical and chemical stability are desired. This resin is also useful in the mixed bed polishers of a DI train providing high purity boiler makeup water.

Sodium Cycle Applications

Amberlite 200C will provide excellent service in the most aggressive industrial softening applications such as the filtration and polishing of hot condensate return streams. This resin is also recommended for hot lime-zeolite systems where thermal shock, chemical attack, and mechanical attrition can cause premature failure of gel-type resins.

PRODUCT DATA SHEET

AMBERLITE IRA 900

ENGINEERING DATA SHEET (Co-flow regeneration)

These data provide information to calculate the silica leakage and operating capacity of Amberlite IRA 900 used for water demineralisation with co-flow regeneration.

The properties of Amberlite IRA 900 are described in the Product Data Sheet PDS 0295 A.

SILICA LEAKAGE

The average silica leakage is obtained by multiplying the basic leakage value from Table 1 by the correction factors A, B, C and K* from Tables 2 to 4.

$$\text{Leak} = \text{Leak}_0 \times A \times B \times C \times K$$

*K (the influence of sodium leakage) can be determined from the graph given in EDS 0299 A.

TABLE 1 : Basic Silica Leakage versus NaOH regenerant level

NaOH g/L	Leakage ppm SiO_2 ($Leak_0$)
50	0.120
60	0.088
70	0.068
80	0.054
100	0.037
120	0.027
150	0.019

TABLE 2 : Leakage Correction Factor A versus Silica to Total Anions Ratio

SiO_2 %	Factor A
1	0.1
5	0.5
10	1.0
25	2.5
50	5.0
75	7.5

TABLE 3 : Leakage Correction Factor B versus Water Temperature

Water °C	Factor B
5	0.7
10	0.8
15	1.0
25	1.5
35	2.3
45	3.3

TABLE 4 : Leakage Correction Factor C versus Regenerant Temperature

NaOH °C	Factor C
10	1.65
15	1.37
25	1.00
35	0.76
45	0.58

TABLE 5 : Suggested Operating Conditions

Maximum operating temperature	60°C
Minimum bed depth	700 mm
Service flow rate	5 to 40 BV*/h
Maximum linear velocity	50 m/h
Regenerant	NaOH
Level	50 to 150 g/L
Flow rate	2 to 8 BV/h (minimum contact time : 30 minutes)
Concentration	2 to 4%
Slow rinse	2 BV at regeneration flow rate
Fast rinse	2 to 12 BV at service flow rate

* 1 BV (BedVolume) = 1 m^3 solution per m^3 resin

OPERATING CAPACITY

The operating capacity of Amberlite IRA 900 is obtained by multiplying the basic capacity value from Table 6 by the correction factors D to G from Tables 7 to 10.

$$Cap = Cap_0 \times D \times E \times F \times G$$

TABLE 6 : Basic Capacity versus NaOH regenerant level (co-flow regeneration)

NaOH g/L	Capacity eq/L (Cap_0)
50	0.37
60	0.41
70	0.44
80	0.46
100	0.50
120	0.52
150	0.55

TABLE 7 : Capacity Correction Factor D versus Sulphate to Total Anions Ratio

SO_4 %	Factor D
0	0.92
25	0.96
50	1.00
75	1.04
99	1.08

TABLE 8 : Capacity Correction Factor E versus Carbon Dioxide to Total Anions Ratio

CO_2 %	Factor E
0	0.97
20	1.00
30	1.02
50	1.05
75	1.08
99	1.12

TABLE 9 : Capacity Correction Factor F versus Silica to Total Anions Ratio and NaOH Temperature

	5	25	50	75 % SiO_2
5 °C	0.96	0.86	0.74	0.65
15	0.98	0.88	0.79	0.70
25	1.00	0.92	0.84	0.76
35	1.02	0.96	0.87	0.81
45	1.04	0.98	0.93	0.86

TABLE 10 : Capacity Correction Factor G versus Silica Endpoint (Δ SiO_2 = difference between average leakage and endpoint)

Δ SiO_2 (ppb)	Factor G
50	0.90
100	0.95
200	1.00
300	1.04

SAFE USE INFORMATION

A Material Safety Data Sheet is available for each product. To obtain a copy contact your Rohm and Haas representative.

Ion exchange resins and polymeric adsorbants, as produced, contain manufacturing by-products. The user must determine the extent to which these by-products must be removed for any particular use and to establish methods to ensure that the appropriate level of purity is achieved for that use. The user must ensure compliance with all prudent safety standards and regulatory requirements governing the application. Except where otherwise stated, Rohm and Haas does not recommend its ion exchange resins or polymeric adsorbants as suitable or appropriately pure for any particular use. Consult your Rohm and Haas technical representative for further information.

CAUTION

Acidic and basic regenerant solutions are corrosive and should be handled in a manner that will prevent eye and skin contact. Nitric acid and other strong oxidizing agents can cause explosive type reactions when mixed with Ion Exchange Resins.
Proper design of process equipment to prevent rapid buildup of pressure is necessary if use of an oxidizing agent such as nitric acid is contemplated.
Before using strong oxidizing agents in contact with Ion Exchange Resins, consult sources knowledgeable in the handling of these materials.

CHRISTIAN BERNARD Imp. - 45 95 22 00

ROHM AND HAAS

ION EXCHANGE RESINS

PRODUCT DATA SHEET

AMBERLITE IRA 900

STRONG BASE ANION EXCHANGE RESIN

DESCRIPTION

AMBERLITE IRA 900 is a macroreticular polystyrene type 1 strong base anion exchange resin containing quarternary ammonium groups. This allows complete removal of all anions, including weakly dissociated ones like silica. In addition the macroreticular structure imparts superior resistance to mechanical and osmotic shock.

PROPERTIES

Matrix	Styrene divinylbenzene copolymer
Functionnal groups	$-N^+ (CH_3)_3$
Physical form	Ivory beads
Ionic form as shipped	See "Available grades"
Total exchange capacity	1.0 eq/L (Cl^- form)
Moisture holding capacity	58 to 64% (Cl^- form)
Specific gravity	About 1.06 (Cl^- form)
Shipping weight	About 700 g/L (Cl^- form)
Particle size	See "Available grades"
Maximum reversible swelling	$Cl^- \rightarrow OH^-$: 20%
Operating pH range	0 to 14
Chemical stability	Insoluble in dilute acids or bases and common solvents.

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS

Maximum operating temperature	60°C
Minimum bed depth	700 mm
Service flow rate	5 to 40 BV*/h
Maximum linear velocity	50 m/h
Regenerant	NaOH
Level	30 to 150 g/L
Flow rate	2 to 8 BV/h (minimum contact time: 30 minutes)
Concentration	2 to 4%
Slow rinse	2 BV at regeneration flow rate
Fast rinse	2 to 12 BV at service flow rate

** 1 BV (BedVolume) — 1 m^3 solution per m^3 resin.*

AMBERLITE IRA 900

STRONG BASE ANION EXCHANGE RESIN

For further information please contact your nearest Rohm and Haas Sales Offices.

ROHM AND HAAS - SEPARATION TECHNOLOGIES

Rohm and Haas Gesellschaft M.B.H. Austria
Diefenbachgasse 35-41
1150 Wien
Tel.: (0222) 894 17 60-0 - Telex: 133199
Fax: 894 18 69

Rohm and Haas Benelux N.V.
Noorderlaan 111, B-9
2030 Antwerpen, Belgium
Tel.: (03) 541 28 80 - Telex: 71805
Fax: 541 77 69

Rohm and Haas France S.A.
La Tour de Lyon
185, rue de Bercy
75579 Paris Cedex 12
Tel.: (1) 40 02 50 00 - Telex: 214100
Fax: 43 45 09 06

Rohm and Haas Deutschland GmbH,
Postfach 94 03 22
In der Kron 4
6000 Frankfurt/Main 90
Tel: (069) 78 99 60 - Telex: 413 440
Fax: 789 53 56

Rohm and Haas Portugal
Produtos Quimicos, LDA.
Avenida Columbano Bordalo
Pinheiro 94-7 Dto.
1000, Lisboa
Tel.: (01) 726 31 02 - Telex: 183 38
Fax: 726 72 74

Rohm and Haas España S.A.
Provenza 216, 3°
08036 Barcelona
Tel.: (93) 323 20 66 - Telex: 53150
Fax: 323 40 43

Rohm and Haas Nordiska A.B.
Anderstorpsvägen 4
Box 4061
171 04 Solna, Sweden
Tel.: (08) 735 87 30 - Telex: 10735
Fax: 730 39 35

Rohm and Haas (UK) Limited
Lennig House
2 Mason's Avenue
Croydon CR9 3 NB, England
Tel.: (081) 686 8844 - Telex: 917 266
Fax: 686 8329

Rohm and Haas Italia S.r.l.
Via Vittor Pisani, 26
20124 Milano
Tel.: (02) 67841 - Telex: 310510
Fax: 669 88009

SAFE HANDLING INFORMATION

A Material Safety Data Sheet is available for this product. To obtain a copy contact your Rohm and Haas representative.

CAUTION

Acidic and basic regenerant solutions are corrosive and should be handled in a manner that will prevent eye and skin contact. Nitric acid and other strong oxidizing agents can cause explosive type reactions when mixed with Ion Exchange Resins. Proper design of process equipment to prevent rapid buildup of pressure is necessary if use of an oxidizing agent such as nitric acid is contemplated. Before using strong oxidizing agents in contact with Ion Exchange Resins, consult sources knowledgeable in the handling of these materials.

ROHM AND HAAS

HYDROCHLORIC ACID

Density of Aqueous Hydrochloric Acid Solutions at $\frac{20°}{4}$ C. Computed from Values Given in the International Critical Tables.

Specific Gravity	Weight of HCl in solution expressed in: Grams per Liter	Pounds per U.S. Gallon	Pounds per Cubic Foot	*N*	%	Degrees: Baumé	Twaddell
1.0032	10.03	0.08372	0.6263	0.275	1	0.5	0.64
1.0082	20.16	0.1683	1.259	0.553	2	1.2	1.64
1.0181	40.72	0.3399	2.542	1.12	4	2.6	3.62
1.0279	61.67	0.5147	3.850	1.69	6	3.9	5.58
1.0376	83.01	0.6927	5.182	2.28	8	5.3	7.52
1.0474	104.7	0.8741	6.539	2.87	10	6.6	9.48
1.0574	126.9	1.059	7.922	3.48	12	7.9	11.48
1.0675	149.5	1.247	9.330	4.10	14	9.2	13.50
1.0776	172.4	1.439	10.76	4.73	16	10.4	15.52
1.0878	195.8	1.634	12.22	5.37	18	11.7	17.56
1.0980	219.6	1.833	13.71	6.02	20	12.9	19.60
1.1083	243.8	2.035	15.22	6.69	22	14.2	21.66
1.1187	268.5	2.241	16.76	7.36	24	15.4	23.74
1.1290	293.5	2.450	18.33	8.05	26	16.6	25.80
1.1392	319.0	2.662	19.91	8.75	28	17.7	27.84
1.1492	344.8	2.877	21.53	9.46	30	18.8	29.84
1.1593	371.0	3.096	23.16	10.2	32	19.9	31.86
1.1691	397.5	3.317	24.82	10.9	34	21.0	33.82
1.1789	424.4	3.542	26.50	11.6	36	22.0	35.78
1.1885	451.6	3.769	28.20	12.4	38	23.0	37.70
1.1980	479.2	3.999	29.92	13.1	40	24.0	39.60

SODIUM HYDROXIDE*

Density of Aqueous Sodium Hydroxide Solutions at 20°/4° C. Computed from Values Given in the International Critical Tables.

Specific Gravity	Weight of NaOH in solution expressed in: Grams per Liter	Pounds per U. S. Gallon	Pounds per Cubic Foot	Per Cent NaOH	Degrees: Baumé	Twaddell
1.0095	10.10	0.08425	0.6302	1	1.4	1.90
1.0207	20.41	0.1704	1.274	2	2.9	4.14
1.0318	30.95	0.2583	1.932	3	4.5	6.36
1.0428	41.71	0.3481	2.604	4	6.0	8.56
1.0538	52.69	0.4397	3.289	5	7.4	10.76
1.0648	63.89	0.5332	3.989	6	8.8	12.96
1.0758	75.31	0.6285	4.701	7	10.2	15.16
1.0869	86.95	0.7256	5.428	8	11.6	17.38
1.0979	98.81	0.8246	6.169	9	12.9	19.58
1.1089	110.9	0.9254	6.923	10	14.2	21.78
1.1309	135.7	1.133	8.472	12	16.8	26.18
1.1530	161.4	1.347	10.08	14	19.2	30.60
1.1751	188.0	1.569	11.74	16	21.6	35.02
1.1972	215.5	1.798	13.45	18	23.9	39.44
1.2191	243.8	2.035	15.22	20	26.1	43.82
1.2411	273.0	2.279	17.05	22	28.2	48.22
1.2629	303.1	2.529	18.92	24	30.2	52.58
1.2848	334.0	2.788	20.85	26	32.1	56.96
1.3064	365.8	3.053	22.84	28	34.0	61.28
1.3279	398.4	3.325	24.87	30	35.8	65.58
1.3490	431.7	3.603	26.95	32	37.5	69.80
1.3696	465.7	3.886	29.07	34	39.1	73.92
1.3900	500.4	4.176	31.24	36	40.7	78.00
1.4101	535.8	4.472	33.45	38	42.2	82.02
1.4300	572.0	4.774	35.71	40	43.6	86.00
1.4494	608.7	5.080	38.00	42	45.0	89.88
1.4685	646.1	5.392	40.34	44	46.3	93.70
1.4873	684.2	5.710	42.71	46	47.5	97.46
1.5065	723.1	6.035	45.14	48	48.8	101.30
1.5253	762.7	6.365	47.61	50	49.9	105.05

* For a table giving corrections to readings between 50° F and 130° F and taken with an hydrometer graduated at 60/60° F, see table by Griswold, Ind. Eng. Chem., Analytical Ed., 9, 388 (1937).

ประวัติผู้เขียน

นายวุฒิพงศ์ พงศ์จตุรวิทย์ เกิดในวันที่ 14 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2503 ที่จังหวัดชลบุรี จบการศึกษาชั้นประถมสี่ จากโรงเรียนอนุบาลชลบุรี ชั้นประถมเจ็ดจากโรงเรียนอุทยานนที จังหวัดชลบุรี ชั้นมัธยมต้นและมัธยมปลายจากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี จากมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสนามจันทน์ จังหวัดนครปฐม ปัจจุบันทำงานที่โรงไฟฟ้าพระนครใต้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในตำแหน่งผู้จัดการแผนกเคมีโรงไฟฟ้าพระนครใต้ ประสบการณ์การทำงานในอดีต ปี พ.ศ.2526 ถึง พ.ศ.2533 ทำงานในหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ ประจำแผนกเคมีโรงไฟฟ้าบางปะกง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ จังหวัดฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ.2535 ทำงานในตำแหน่งผู้ช่วยหัวหน้าแผนกเคมีโรงไฟฟ้าพระนครขนอม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ.2535 ถึง ปี พ.ศ.2537 ทำงานในตำแหน่งผู้ช่วยหัวหน้าแผนกเคมีโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ จังหวัดนนทบุรี และในปี พ.ศ.2537 จนถึงปัจจุบัน ทำงานในตำแหน่งผู้จัดการแผนกเคมีโรงไฟฟ้าพระนครใต้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ จังหวัดสมุทรปราการ