ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก ผลการทดลอง

ตาราง ก 1 ผลการทดลองและเก็บข้อมูลการล้างเมมเบรนด้วยสารเคมีพีเอชสูง

Exp No.	Random	Blocks	pH	Temp. (°C)	Flow Rate (L/min)	RO m/c No.	Before Cleaning				After Cleaning			
							EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)	EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)
							Product	Feed	Reject		Product	Feed	Reject	
1	19	1	11	25	500	1	8.40	417	1415	23.0	7.80	402	1371	23.5
2	24	1	11.5	25	500	2	7.90	381	1273	24.0	7.10	353	1157	24.0
3	25	1	12	25	500	3	8.30	371	1268	23.0	7.50	328	1087	23.0
4	5	1	11	30	500	4	6.00	359	1101	24.5	5.70	375	1072	24.5
5	22	1	11.5	30	500	5	8.60	378	1250	24.5	7.50	381	1243	25.0
6	12	1	12	30	500	6	8.40	375	1187	25.0	6.40	367	986	25.0
7	7	1	11	35	500	1	7.60	375	1100	24.0	6.90	371	1268	25.0
8	9	1	11.5	35	500	2	7.00	371	1212	24.5	5.70	384	1301	25.0
9	6	1	12	35	500	3	7.90	362	1201	24.0	6.30	379	1266	25.0
10	20	1	11	25	625	4	7.90	381	1206	25.0	7.80	378	1244	25.0
11	11	1	11.5	25	625	5	7.50	384	1256	23.5	6.30	373	1202	24.0
12	23	1	12	25	625	6	7.00	390	1295	25.0	6.10	371	1167	25.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก1 (ต่อ)

Exp No.	Random	Blocks	pH	Temp. (°C)	Flow Rate (L/min)	RO m/c No.	Before Cleaning				After Cleaning			
							EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)	EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)
							Product	Feed	Reject		Product	Feed	Reject	
13	8	1	11	30	625	1	9.10	332	1082	24.5	8.20	325	1123	25.0
14	17	1	11.5	30	625	2	6.40	364	1138	24.0	5.80	417	1370	25.0
15	16	1	12	30	625	3	7.40	298	1055	24.0	7.00	333	1161	25.0
16	1	1	11	35	625	4	9.00	380	1283	24.0	6.60	371	1231	25.0
17	14	1	11.5	35	625	5	8.40	367	1210	24.0	6.90	393	1318	25.0
18	27	1	12	35	625	6	8.40	328	1044	24.0	6.70	382	1211	25.0
19	2	1	11	25	750	1	7.70	383	1274	24.0	7.20	387	1280	24.5
20	21	1	11.5	25	750	2	7.90	402	1339	24.5	6.70	390	1287	25.0
21	13	1	12	25	750	3	7.00	373	1101	24.0	7.40	376	1285	24.0
22	4	1	11	30	750	4	9.60	387	1312	24.5	7.50	362	1214	25.0
23	15	1	11.5	30	750	5	6.80	376	1216	24.5	5.10	364	1192	25.0
24	3	1	12	30	750	6	7.90	371	1230	24.0	5.70	359	1148	25.0
25	26	1	11	35	750	1	10.00	353	1121	24.0	7.80	353	1142	25.0
26	10	1	11.5	35	750	2	9.00	370	1101	25.0	7.70	375	1217	25.5
27	18	1	12	35	750	3	9.10	380	1361	24.0	6.20	381	1348	25.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก1 (ต่อ)

Exp No.	Random	Blocks	pH	Temp. (°C)	Flow Rate (L/min)	RO m/c No.	Before Cleaning				After Cleaning			
							EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)	EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)
							Product	Feed	Reject		Product	Feed	Reject	
28	35	2	11	25	500	4	7.50	350	1196	24.0	5.80	345	897	24.5
29	33	2	11.5	25	500	5	6.70	342	1089	24.5	5.70	350	883	24.5
30	36	2	12	25	500	6	6.50	340	989	24.0	6.50	375	974	24.5
31	39	2	11	30	500	1	6.50	330	897	24.0	6.80	364	1048	24.5
32	47	2	11.5	30	500	2	9.50	335	1126	24.5	7.80	299	1012	25.0
33	40	2	12	30	500	3	9.00	350	966	24.0	8.70	339	1156	24.5
34	53	2	11	35	500	4	11.00	371	1214	24.0	8.20	325	1020	25.0
35	44	2	11.5	35	500	5	12.00	316	1020	24.0	10.50	324	1044	25.0
36	52	2	12	35	500	6	12.00	317	1045	24.0	11.70	373	1210	25.0
37	51	2	11	25	625	1	7.20	322	1014	24.0	7.60	371	1179	24.5
38	37	2	11.5	25	625	2	7.60	345	1000	24.5	7.40	330	1121	25.0
39	29	2	12	25	625	3	8.10	382	1284	24.0	6.30	340	1137	24.5
40	48	2	11	30	625	4	11.00	391	1290	24.0	7.70	382	1206	25.0
41	38	2	11.5	30	625	5	8.30	375	1021	24.5	6.50	350	887	24.5
42	31	2	12	30	625	6	9.60	340	1107	22.5	7.30	342	1131	25.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก1 (ต่อ)

Exp No.	Random	Blocks	pH	Temp. (°C)	Flow Rate (L/min)	RO m/c No.	Before Cleaning				After Cleaning			
							EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)	EC (µS/cm.)			Product Flow Rate (m^3/hr.)
							Product	Feed	Reject		Product	Feed	Reject	
43	42	2	11	35	625	1	9.80	339	1143	23.0	7.00	316	1081	25.0
44	45	2	11.5	35	625	2	9.50	342	1135	24.0	7.00	335	1090	25.0
45	32	2	12	35	625	3	9.80	347	1095	24.0	7.10	344	1087	25.5
46	28	2	11	25	750	4	8.00	353	1178	25.0	8.00	376	1188	25.0
47	30	2	11.5	25	750	5	8.00	375	1182	23.5	6.10	347	1048	24.5
48	34	2	12	25	750	6	9.00	344	1150	25.0	7.00	340	957	25.0
49	54	2	11	30	750	1	9.80	373	1264	23.5	7.00	314	1036	24.0
50	50	2	11.5	30	750	2	13.00	382	1233	24.0	9.70	317	1075	25.0
51	41	2	12	30	750	3	8.30	364	1112	23.5	7.80	407	1368	25.0
52	49	2	11	35	750	4	9.70	299	1017	24.0	8.40	322	1101	25.0
53	43	2	11.5	35	750	5	11.50	339	1075	24.0	9.70	342	1145	25.0
54	46	2	12	35	750	6	11.70	324	1100	23.5	10.30	391	1230	25.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ

1) ผลตอบด้านประสิทธิภาพการกรอง (%Salt Rejection)

ข้อมูลจากตาราง ก 1 ผลการทดลองครั้งที่ 1 โดยมีการคำนวณ ดังนี้

จากสูตร 2.1 $$\%SaltRejection = \left(1 - \frac{EC_{Product}}{\frac{EC_{Feed} - EC_{Reject}}{2}}\right) \times 100$$

$$\%SaltRejection = \left(1 - \frac{8.40}{\frac{417 - 1415}{2}}\right) \times 100$$

$$\%SaltRejection = 99.08 \text{ (ก่อนทำการล้างเมมเบรน)}$$

ในส่วนของค่าประสิทธิภาพการกรองหลังจากการล้างใช้วิธีการเหมือนกัน ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 99.12

ดังนั้น ได้ประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น (Increase of %Salt Rejection) เท่ากับ $99.12 - 99.08 = 0.04$

2) ผลตอบด้านปริมาณการกรอง (%Recovery)

ข้อมูลจากตาราง ก 1 ผลการทดลองครั้งที่ 1 โดยมีการคำนวณ ดังนี้

จากสูตร 2.3 $$\%Recovery = 100\frac{Q_{Product}}{Q_{Product} + Q_{Reject}}$$

$$\%Recovery = 100 \times \frac{23}{23 + 10}$$

$$\%Recovery = 69.70 \text{ (ก่อนทำการล้างเมมเบรน)}$$

ในส่วนของค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองหลังจากการล้างใช้วิธีการเหมือนกัน ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 70.15

ดังนั้น ได้เปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น (Increase of %Recovery) เท่ากับ $70.15 - 69.70 = 0.45$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การคำนวณค่าผลตอบให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณ

3.1) ด้านคุณภาพน้ำ

โดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพการกรองหรือ %Salt Rejection ของเมมเบรนต่ำที่สุดที่ควรทำการเปลี่ยนหรือยกเลิกการใช้งาน คือ 98 %

ดังนั้นเมื่อคิดคำนวณในเชิงเปรียบเทียบในช่วง 98 – 100 %

การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการกรอง 0.33 % จะเท่ากับ $\frac{0.33}{100-98}\times 100 = 16.5\ \%$

3.2) ด้านปริมาณการกรอง

ในการผลิตน้ำรีเวอร์สออสโมซิสนั้น ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ เท่ากับ อัตราการไหลของน้ำที่ผลิตได้ต่อปริมาณน้ำที่จ่ายเข้าสู่เครื่องผลิตน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีอัตราการไหลของน้ำที่ผลิตได้ต่ำสุด (ต้องทำการล้าง) เท่ากับ 22.5 m^3/hr. (1 เครื่องผลิตน้ำ) และกำหนดให้น้ำที่ไม่ผ่านการกรองคือปล่อยทิ้งเท่ากับ 10 m^3/hr (คงที่) ดังนั้นน้ำที่ใช้ในการผลิตเท่ากับ 35 m^3/hr ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ เท่ากับ $\frac{22.5}{32.5}\times 100 = 69.23\ \%$

จากผลการออกแบบการทดลองในการค้นคว้าแบบอิสระนี้ ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การกรองได้ที่เพิ่มขึ้น (Diff. %Recovery) เท่ากับ 1.01

ดังนั้นค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้หลังจากการล้าง เท่ากับ 69.23+1.01 = 70.24 %

จากสมการ 2.3

$$\%\text{Recovery} = 100\frac{Q_{Product}}{Q_{Product}+Q_{Reject}}$$

$$70.24 = 100\frac{Q_{Product}}{Q_{Product}+10}$$

$$0.7024 = \frac{Q_{Product}}{Q_{Product}+10}$$

$$Q_{Product} = 23.6\ \ m^3/hr$$

ค่าอัตราการไหลของน้ำที่ผลิตได้ เท่ากับ 23.6 - 22.5 = 1.1 m^3/hr ต่อ 1 เครื่อง เครื่องผลิตน้ำรีเวร์สออสโมซิส 6 เครื่อง ดังนั้นน้ำที่ได้เพิ่มทั้งหมด เท่ากับ 6.6 m^3/hr ซึ่งเมื่อคิดปริมาณน้ำที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อวันเท่ากับ 6.6 x 24 = 158.4 m^3/day

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตาราง ค 1 การเลือกปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น

General Linear Model: Diff. %SR versus Blocks, pH, ...

Factor	Type	Levels	Values
Blocks	fixed	2	1, 2
pH	fixed	3	11.0, 11.5, 12.0
Temperature	fixed	3	25, 30, 35
Flow Rate	fixed	3	500, 625, 750

Analysis of Variance for Diff. %SR, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	0.018891	0.018891	0.018891	12.05	0.002
pH	**2**	**0.018011**	**0.018011**	**0.009006**	**5.74**	**0.009**
Temperature	**2**	**0.447078**	**0.447078**	**0.223539**	**142.59**	**0.000**
Flow Rate	**2**	**0.090144**	**0.090144**	**0.045072**	**28.75**	**0.000**
pH*Temperature	**4**	**0.017978**	**0.017978**	**0.004494**	**2.87**	**0.043**
pH*Flow Rate	4	0.006811	0.006811	0.001703	1.09	0.384
Temperature*Flow Rate	4	0.000744	0.000744	0.000186	0.12	0.975
pH*Temperature*Flow Rate	8	0.020933	0.020933	0.002617	1.67	0.154
Error	26	0.040759	0.040759	0.001568		
Total	53	0.661350				

S = 0.0395937 R-Sq = 93.84% R-Sq(adj) = 87.44%

Unusual Observations for Diff. %SR

Obs	Diff. %SR	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
13	0.150000	0.226296	0.028511	-0.076296	-2.78 R
15	0.160000	0.231296	0.028511	-0.071296	-2.60 R
40	0.340000	0.263704	0.028511	0.076296	2.78 R
42	0.340000	0.268704	0.028511	0.071296	2.60 R

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค 2 การเลือกปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น

General Linear Model: Diff. %Recovery versus Blocks, pH, ...

Factor	Type	Levels	Values
Blocks	fixed	2	1, 2
pH	fixed	3	11.0, 11.5, 12.0
Temperature	fixed	3	25, 30, 35
Flow Rate	fixed	3	500, 625, 750

Analysis of Variance for Diff. %Recovery, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	0.79692	0.79692	0.79692	9.52	0.005
pH	2	0.27940	0.27940	0.13970	1.67	0.208
Temperature	**2**	**3.51951**	**3.51951**	**1.75976**	**21.02**	**0.000**
Flow Rate	**2**	**0.87536**	**0.87536**	**0.43768**	**5.23**	**0.012**
pH*Temperature	**4**	**1.12733**	**1.12733**	**0.28183**	**3.37**	**0.024**
pH*Flow Rate	4	0.33262	0.33262	0.08315	0.99	0.429
Temperature*Flow Rate	4	0.47611	0.47611	0.11903	1.42	0.255
pH*Temperature*Flow Rate	8	1.24668	1.24668	0.15584	1.86	0.110
Error	26	2.17708	2.17708	0.08373		
Total	53	10.83101				

S = 0.289368 R-Sq = 79.90% R-Sq(adj) = 59.03%

Unusual Observations for Diff. %Recovery

Obs	Diff.%Recovery	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
14	0.84000	0.29852	0.20837	0.54148	2.70 R
15	0.84000	1.39852	0.20837	-0.55852	-2.78 R
41	0.00000	0.54148	0.20837	-0.54148	-2.70 R
42	2.20000	1.64148	0.20837	0.55852	2.78 R

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค 3 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าผลตอบด้านประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น

Regression Analysis: Diff. %SR versus pH, Temperature, ...

The regression equation is
Diff. %SR = 1.20 - 0.166 pH - 0.0582 Temperature + 0.000344 Flow Rate+ 0.00700 pH*Temperature

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.202	1.427	0.84	0.404
pH	-0.1661	0.1240	-1.34	0.187
Temperature	-0.05822	0.04712	-1.24	0.223
Flow Rate	0.00034444	0.00006687	5.15	0.000
pH*Temperature	0.007000	0.004095	1.71	0.094

S = 0.0501545 R-Sq = 81.4% R-Sq(adj) = 79.8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	0.53809	0.13452	53.48	0.000
Residual Error	49	0.12326	0.00252		
Total	53	0.66135			

Source	DF	Seq SS
pH	1	0.01734
Temperature	1	0.44667
Flow Rate	1	0.06674
pH*Temperature	1	0.00735

Unusual Observations

Obs	pH	Diff. %SR	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
40	11.0	0.34000	0.15306	0.01079	0.18694	3.82R
42	12.0	0.34000	0.19694	0.01079	0.14306	2.92R

R denotes an observation with a large standardized residual.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค 4 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าผลตอบด้านเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองที่เพิ่มขึ้น

Regression Analysis: Diff. %Recovery versus pH, Temperature, ...

The regression equation is
Diff. %Recovery = 1.7 - 0.297 pH - 0.097 Temperature + 0.000753 Flow Rate
+ 0.0138 pH*Temperature

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.66	10.64	0.16	0.877
pH	-0.2967	0.9246	-0.32	0.750
Temperature	-0.0967	0.3514	-0.28	0.784
Flow Rate	0.0007533	0.0004987	1.51	0.137
pH*Temperature	0.01383	0.03054	0.45	0.653

S = 0.374000 R-Sq = 36.7% R-Sq(adj) = 31.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	3.9771	0.9943	7.11	0.000
Residual Error	49	6.8539	0.1399		
Total	53	10.8310			

Source	DF	Seq SS
pH	1	0.1260
Temperature	1	3.5031
Flow Rate	1	0.3192
pH*Temperature	1	0.0287

Unusual Observations

Obs	pH	Diff. %Recovery	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
42	12.0	2.2000	0.6473	0.0805	1.5527	4.25R
43	11.0	1.7300	0.8063	0.1272	0.9237	2.63R

R denotes an observation with a large standardized residual.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง คู่มือเทคนิคการล้างเมมเบรน

Tech Manual Excerpt

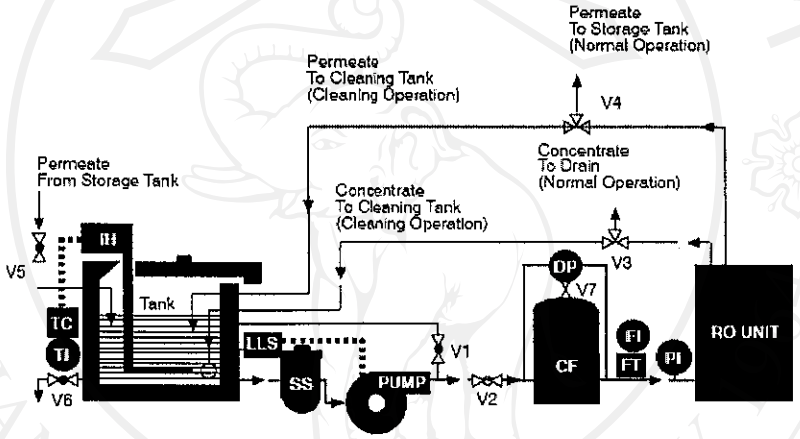
FILMTEC Membranes

Cleaning and Sanitization: Cleaning Equipment

Cleaning Equipment

The equipment for cleaning is shown in the cleaning system flow diagram (Figure 6.1). The pH of cleaning solutions used with FILMTEC™ elements can be in the range of 1–13 (see Table 6.1), and therefore, non-corroding materials of construction should be used in the cleaning system.

Figure 6.1 Cleaning system flow diagram



TANK	Chemical Mixing Tank, polypropylene or FRP	DP	Differential Pressure Gauge
IH	Immersion Heater (may be replaced by cooling coil for some site locations)	FI	Flow Indicator
		FT	Flow Transmitter (optional)
TI	Temperature Indicator	PI	Pressure Indicator
TC	Temperature Control	V1	Pump Recirculation Valve, CPVC
LLS	Lower Level Switch to shut off pump	V2	Flow Control Valve, CPVC
SS	Security Screen–100 mesh	V3	Concentrate Valve, CPVC 3-way valve
PUMP	Low-Pressure Pump, 316 SS or non-metallic composite	V4	Permeate Valve, CPVC 3-way valve
		V5	Permeate Inlet Valve, CPVC
CF	Cartridge Filter, 5-10 micron polypropylene with PVC, FRP, or SS housing	V6	Tank Drain Valve, PVC, or CPVC
		V7	Purge Valve, SS, PVC, or CPVC

Table 6.1 pH range and temperature limits during cleaning

Element type	Max Temp 50°C (122°F) pH range	Max Temp 45°C (113°F) pH range	Max Temp 35°C(95 °F) pH range	Max Temp 25°C (77°F) pH range
BW30, BW30LE, LE, XLE, TW30, TW30HP, NF90	Please contact Dow for assistance	1 - 10.5	1 - 12	1 - 13
SW30HR, SW30HR LE, SW30XLE, SW30	Please contact Dow for assistance	1 - 10.5	1 - 12	1 - 13
NF200, NF270	Not allowed	3 - 10	1 - 11	1 - 12
SR90	Not allowed	3 - 10	1 - 11	1 - 12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

* Trademark of The Dow Chemical Company

Cleaning Equipment (cont.)

1. The mixing tank should be constructed of polypropylene or fiberglass-reinforced plastic (FRP). The tank should be provided with a removable cover and a temperature gauge. The cleaning procedure is more effective when performed at a warm temperature, and we recommend that the solution be maintained according to the pH and temperature guidelines listed in Table 6.1. We do not recommend using a cleaning temperature below 15°C because of the very slow chemical kinetics at low temperatures. In addition, chemicals such as sodium lauryl sulfate might precipitate at low temperatures. Cooling may also be required in certain geographic regions, so both heating/cooling requirements must be considered during the design. **A rule of thumb in sizing a cleaning tank is to use the approximate volume of the empty pressure vessels and then add the volume of the feed and return hoses or pipes.** For example, to clean ten 8-inch-diameter pressure vessels with six elements per vessel, the following calculations would apply:

   A. Volume in Vessels

   $V_{vessel} = \pi r^2 l$; where r = radius; l = length

   $$V_{vessel} = \frac{3.14(4\text{ in.})^2(20\text{ ft})(7.48\text{ gal/ft}^3)}{144\text{ in.}^2/\text{ft}^2}$$

   V_{vessel} = 52.2 gal/vessel

   $V_{10\ vessels}$ = 52 x 10 = 522 gal (2.0 m³)

   B. Volume in Pipes, assume 50 ft length total; 4-in. SCH 80 pipe

   $V_{pipe} = \pi r^2 l$; where r = radius; l = length

   $$V_{pipe} = \frac{3.14(1.91\text{in.})^2(50\text{ ft})(7.48\text{ gal/ft}^3)}{144\text{ in.}^2/\text{ft}^2}$$

   V_{pipe} = 30 gal

   $V_{10\ vessels\ +\ pipe}$ = 522 + 30 = 552 gal (2.1 m³)

   Therefore, the cleaning tank should be about 550 gal (2.1 m³).

2. The cleaning pump should be sized for the flows and pressures given in Table 6.2, making allowances for pressure loss in the piping and across the cartridge filter. The pump should be constructed of 316 SS or nonmetallic composite polyesters.

Table 6.2 Recommended feed flow rate per pressure vessel during high flow rate recycle

Feed pressure[1]		Element diameter	Feed flow rate per pressure vessel	
psig	bar	inches	gpm	m³/h
20 - 60	1.5 - 4.0	2.5	3 - 5	0.7 - 1.2
20 - 60	1.5 - 4.0	4[2]	8 - 10	1.8 - 2.3
20 - 60	1.5 - 4.0	6	16 - 20	3.6 - 4.5
20 - 60	1.5 - 4.0	8	30 - 40	6.0 - 9.1
20 - 60	1.5 - 4.0	8[3]	35 - 45	8.0 - 10.2

[1] Dependent on number of elements in pressure vessel.

[2] 4-inch full fit elements should be cleaned at 12 - 14 gpm (2.7 - 3.2 m³/hr).

[3] For full fit and 440 sq. ft. area elements.

* Trademark of The Dow Chemical Company

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. Appropriate valves, flow meters and pressure gauges should be installed to adequately control the flow. Service lines may be either hard-piped or hoses. In either case, the flow rate should be a moderate 10 ft/s (3 m/s) or less.
4. Ensure that the concentrate and permeate return lines are submerged in the cleaning tank to minimize foaming.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

FILMTEC Membranes
For more information about FILMTEC membranes, call the Dow Liquid Separations business:

North America:	1-800-447-4369
Latin America:	(+55) 11-5188-9222
Europe:	(+32) 3-450-2240
Pacific:	+60 3 7958 3392
Japan:	+813 5460 2100
China:	+86 21 2301 9000

http://www.filmtec.com

Notice: The use of this product in and of itself does not necessarily guarantee the removal of cysts and pathogens from water. Effective cyst and pathogen reduction is dependent on the complete system design and on the operation and maintenance of the system.

Notice: No freedom from any patent owned by Seller or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for Customer's use and for ensuring that Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other governmental enactments. Seller assumes no obligation or liability for the information in this document. NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.

*Trademark of The Dow Chemical Company

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายเทอดไทย เทอดธรรมวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	20 ธันวาคม 2524
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จ.เชียงราย ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จ.เชียงราย ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved