

실무자를 위한 용·폐수 처리 기술

〈16〉



全炳俊

〈(주)한수 기획부 대리〉

2 석유화학 공장의 폐수 처리

통상 정제된 Naphtha를 원료로 하여 NCC공장에서 이를 분해한 뒤 단위 순물질로 분리하고 이를 Down Stream이라고 할 수 있는 연계 공장의 원료로 이송하여 각종 플라스틱류 및 합성고무나 섬유의 원료에 이르기 까지 방대한 형태의 관련 제품을 생산하게 된다.

결국 이러한 방대한 영역 제품을 생산하는 각종 공장에서 발생하는 석유화학 공정의 폐수들은 유분을 함유하거나 용해성 유기물의 형태로 수중에 포함된 경우가 많다.

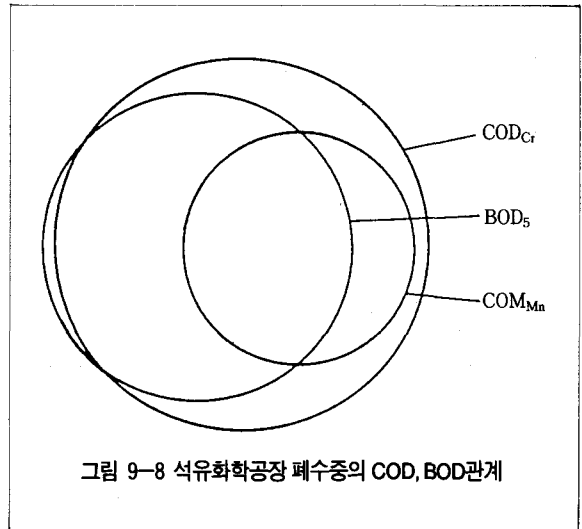


표 9-8 처리대상 물질과 처리 공정 분류

Contaminants	Treatment Unit Process
Suspended Solid	Screening, Settling or Flotation with / without Coagulation, Filtration
Colour	Settling or Flotation with Coagulation Adsorption by Activated Carbon, Oxydation or Reduction
Odour	Aeration, Adsorption by Activated Carbon, Oxydation or Reduction
BOD	Biological Treatment, Adsorption by Activated Carbon
COD	Settling or Flotation with Coagulation Biological Treatment, Oxydation, Adsorption by Activated Carbon
Oil	Adsorption, Filtration, Biological Treatment, Flotation
Heavy Metals	pH Adjustment followed by Coagulation and Settling, Adsorption by Resin, Oxydation or Reduction

표 9-9 석유화학 공장들의 주요 생산 품목별 폐수 특성

Facilities	Process	Production Capacity ton / year	Wastewater(Figures are indicated with ppm except Q'ty and pH Value.)								
			Q'ty m ³ / d	pH Value	BOD ₅	COD _{Mn}	SS	Oil	Phenol	Others	Note
Ethylene		500,000	3,750	8	300	400	50	30	20	Na ₂ S 8%	Wastewater
			100	13~14	10,000	15,000	100	300		NaSH 3%	Waste soda
Ammonia	Braun	330,000	920	9.5		50	5				
Methyl Alcohol		100,000	60	7	1,500	300	10	1			
Vinylchloride Monomer	Oxychlorination	150,000	750	6		100	100				Stripped water
Polyvinylchloride		75,000	750	6		20~70	50	2			
Low Density Polyethylene		70,000	1,400	7.4	10	5	5	2			
High Density Polyethylene	Ziegler	75,000	900	7.5		60	1,150	10			
Styrene Monomer		100,000	250	7		150	40	5	2		
Ethylene Oxide		60,000	15	7	3,100	3,000	100	1			
Ethylene Glycol		50,000	1,750	7	710	700	4	1			
Acetaldehyde	Wacker	100,000	480	7	1,200	800	100	2			Neutralized water
Ethyl Alcohol		50,000	1,000	11	150	50	3	1			
Ethylene-Propylene Diene copolymer (EPDM)			4,500	7	100	50	100	5			Oil separated water
Octanol	Oxosynthesis	40,000	500	10	2,800	1,400	40	10			Oil separated water
Acetic Acid		70,000	40	3		1,000					
Vinyl Acetate Monomer		100,000	100	6		400					
Propylene Oxide		50,000	500	7~8		50,000	100	1			
Acrylonitrile		75,000	1,000	6		13,500	50	15		CN 30	From AN stripper
			1,000	6.5		16,000	50			CN 600	From Ammonium Sul- fate Recovery
Cumene, Phenol, Acetone		CU 140,000 PHE. 100,000 ACE. 60,000	1,900	5~6		190	300	7	2		
Methylmethacrylate		55,000	1,200	2		90	5			CN 25	
Isoprene		25,000	500	8		400	30				
Terephthalic Acid		30,000	220	11	7,000	3,700	290	3			
Phthalic Anhydride	Oxoxylene	30,000	60	7		29,200	100	1			
Alkylbenzene		25,000	180	5~9	420	225	30	25			
SBR, NBR		100,000	5,000	6~7.5	280	210	140	30			
Polybutadiene		50,000	3,500	6.5	80	50	8	10			Supernatant of settling
ABS Resin	Emulsion Polymerization	50,000	1,000	7.5	2,000	2,000	1,500	50			Neutralized water

표 9-10 유기물 종류에 따른 ThOD, COD, BOD

Substance	Formula	B.P.	ThOD	COD(Cr)		COD(Mn)		BOD ₅	
		(°C)	(g/g)	(g/g)	(%)	(g/g)	(%)	(g/g)	(%)
Formic acid	HCOOH	100.80	0.348	0.343	98.7	0.049	14(16)	0.24	68
Acetic acid	CH ₃ COOH	117.80	1.070	1.010	94.7	0.074	7(9)	0.76	71
Propionic acid	CH ₃ CH ₂ COOH	140.80	1.510	1.460	96.7	0.130	8(10)	1.22	81
Butyric acid	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	163.50	1.820	1.780	97.8	0.079	4(6)	-	-
Valeric acid	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	187.00	2.040	1.900	93.1	0.079	4(5)	-	-
Stearic acid	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	238.00	2.930	2.700	92.2	0	0(0)	-	-

Substance	Formula	B.P.	ThOD	COD(Cr)		COD(Mn)		BOD ₅	
		(°C)	(g/g)	(g/g)	(%)	(g/g)	(%)	(g/g)	(%)
Iso-butylic acid	(CH ₃) ₂ CHCOOH	154.50	1.820	1.760	96.7	0.120	7 (8)	1.03	57
Iso-valeric acid	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ COOH	176.50	2.040	1.900	93.1	0.086	4 (6)	-	-
Lactic acid	CH ₃ CH(OH)COOH	-	1.070	0.937	87.6	0.420	40	-	-
Malic acid	HOOC · CH ₂ CH(OH)COOH	-	0.716	0.684	95.5	0.550	77	-	-
Tartaric acid	[CH(OH)COOH] ₂	-	0.533	0.519	97.4	0.490	93	-	-
Citric acid	COOH · CH ₂ · C(OH)COOH · CH ₂ · COOH	-	0.686	0.543	79.2	0.400	60	-	-
Form aldehyde	HCHO	-21.00	1.070	0.499	-	0.190	-	0.30	-
				(0.813)	76	0.46	43	0.38	36)
Acetaldehyde	CH ₃ CHO	20.20	1.820	1.05	57.8	0.19	10	0.80	44
Acetone	CH ₃ COCH ₃	56.30	2.210	1.880	85.1	0	0	0.46	21
Methyl ethyl ketone	CH ₃ COC ₂ H ₅	79.60	2.410	1.900	77.9	0.008	<1	0.32	13
Ethyl ether	C ₂ H ₅ · O · C ₂ H ₅	34.38	2.590	0.840	32.4	0.010	<1	0	0
Methanol	CH ₃ OH	64.65	1.500	1.430	95.3	0.400	27(33)	1.02	68
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	78.30	2.090	1.980	94.7	0.230	11(14)	1.60	72
1-propanol	C ₃ H ₇ OH	97.15	2.400	2.240	93.3	0.310	13(12)	1.54	59
1-butanol	C ₄ H ₉ OH	117.50	2.590	2.400	92.7	0.280	11(12)	-	-
2-propanol	CH ₃ CH(OH)CH ₃	82.40	2.400	2.240	93.3	0.064	3 (5)	-	-
2-butanol	CH ₃ CH(OH)CH ₂ CH ₃	98.50	2.590	2.290	83.4	0.240	9(12)	-	-
Glycerin	HO · CH ₂ CH(OH)CH ₂ OH	290.00	1.220	1.170	95.9	0.630	52	0.81	66
Ethyl acetate	CH ₃ COOC ₂ H ₅	76.82	1.820	1.420	78.0	0.075	4	0.97	53
Iso-butyl acetate	CH ₃ COOCH(CH ₃) ₂	108.00	2.210	1.870	84.6	0.048	2	0.40	18
Benzene	C ₆ H ₆	80.13	3.080	0.526	-	0	0	0	0
Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃	110.80	3.130	0.679	-	<1.000	1	0.02	1
Phenol	C ₆ H ₅ OH	182.20	2.330	2.350	98.7	1.73-1.49	63-73	1.86	78
Aniline	C ₆ H ₅ NH ₂	184.55	2.410	3.090	128.0	2.07-2.60	86-108	0.07	3
Benzoic acid	C ₆ H ₅ COOH	-	1.970	1.950	99.0	0.085	4	1.25	64
Cresol	C ₆ H ₄ (CH ₃)OH	191-203	2.520	2.470	98.0	1.280	51	1.29	52
Glycine	NH ₂ CH ₂ COOH	-	0.639	0.642	100.0	0.020	3	0.10	15
Glutamin acid	HOOC · CH ₂ CH ₂ CH(NH ₂)COOH	-	0.980	1.010	103.0	0.060	6	0.57	77
Alanine	CH ₃ CH(NH ₂)COOH	-	1.080	1.050	97.2	0.007	<1	-	-
Methionine	CH ₃ SCH ₂ CH ₂ CH(NH ₂)COOH	-	1.290	1.160	89.9	0.045	4	-	-
Valine	(CH ₃) ₂ CHCH(NH ₂)COOH	-	1.640	1.650	101.0	-	-	-	-
Aspartic acid	HOOC · CH ₂ CH(NH ₂)COOH	-	0.722	0.720	99.7	-	-	0.36	50

따라서 주요한 처리 대상물질에 따라 처리 방법이 결정되어야 하며 대표적 예를 표 9-8에 나타내었고 주요특성은 표 9-9에 유기물의 종류별 COD, BOD를 표 9-10에 각각 나타내었다.

가. 폐수처리 시스템의 일반구성

유기성 오염물이 주처리 대상인 석유화학 공장에서는 유분이 높게 함유되어 있을 경우에는 1차 처리로서 중력부상에 의한 Oil Separator와 2차 처리인 Air Floation 처리가 채택되어진다. 한편, 용해성 유기물 함량이 높고 미생물 분해가 용이한 경우에는 활성오니

처리를 실시하게 되며 최종적인 석유화학 공장 폐수처리 시스템을 그림 9-9에 나타내었다.

석유화학 공장에서 폐수처리에 활성오니 처리법을 적용하기 위해서는 우선 폐수중의 주요성분이 미생물에 의해 얼마나 분해되고 제거효율이 어느정도 인가를 사전에 충분히 검토하여야 한다. 활성오니 처리에 의한 주요 석유화학 폐수의 제거효율을 표 9-11에 나타내었으며 표 9-13에는 활성오니 처리에 의한 석유화학 공장의 폐수예를 나타내었다.

산업폐수인 석유화학 폐수는 유기물이나 무기물 성

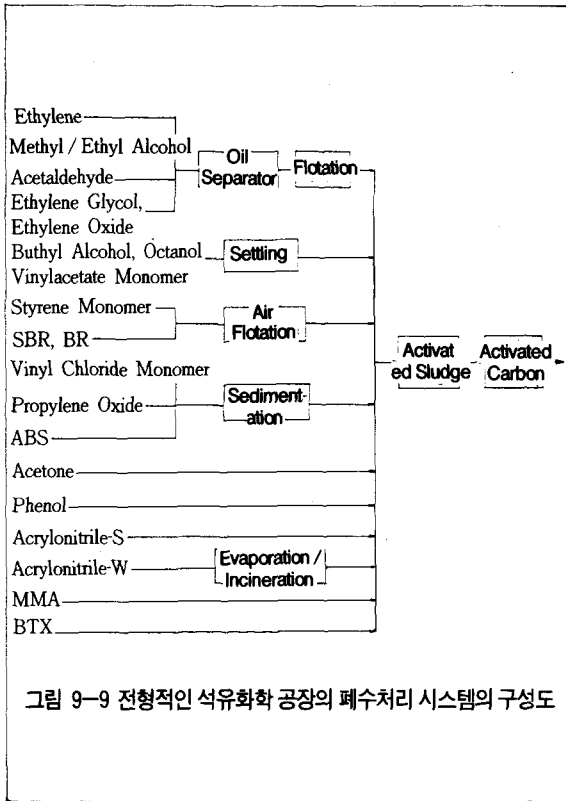


그림 9-9 전형적인 석유화학 공장의 폐수처리 시스템의 구성도

표 9-11 활성오니 처리에 의한 주요 석유화학 폐수의 제거효율

Production	Removal Rate %					
	COD _{Mn}	COD _{Cr}	BOD	Oil	Phenol	CN
Methyl Alcohol, Formaldehyde	94	93	99			
Ethylene	80	85	96	95	99.5	
Polyethylene	90	95	99			
Vinyl Chloride Monomer	90	90	96			
Ethylene Oxide	80	94	98			
Styrene Monomer	65	60	90	95	99.5	
Acetaldehyde	50	60	96			
EPR	50	50	80			
Acrylonitrile-S	65	75	96			98
Polypropylene	92	95	99			
Propylene Oxide	80	92	97			
Octanol	70	85	98			
BR	42	45	80			
BTX	88	90	90			

분 중 미생물 분해가 불가능하거나 활성오니의 활성을 저해시키는 저해인자가 포함될 수 있으므로 이에 대한

사전 검토가 필요하며, 이는 활성오니의 Accumulation에 의해 간접적인 평가도 가능하며 표 9-12에 참고적으로 나타내었고, 표 9-14에 활성오니에 의한 유기물들의 분해정도를 나타내었다.

표 9-12 Accumulation of Substances to Activated Sludge

	Influent (mg / ℓ)	Effluent (mg / ℓ)	Sludge** (mg / ℓ)
CN ⁻	0.006	0.013	0.019
Alkyl-Hg	N.D.*	N.D.	N.D.
Total-Hg	0.0023	0.0030	0.21
Organic Phosphate	N.D.	N.D.	N.D.
Cd	0.005	0.000	0.152
Pb	0.05	0.000	1.22
Total-Cr	0.395	0.000	120
Cr(VI)	<0.04	<0.04	<0.04
As	0.000	0.000	0.006
Ni	0.33	0.080	42.8
Zn	0.0490	0.0250	33.5
Cu	0.15	0.12	239
Phenol	2.23	0.04	1.49
F ⁻	<0.3	<0.3	14.1
Mn	0.00	0.00	23.8
Fe	7.87	6.05	780
ABS	0.2	0.4	0.6
S ⁻	5.9	1.3	390
B	0.2	0.2	0.4
NH ₃ -N	74.6	143	901
Org-N	17.1	8.0	292
PO ₄ ³⁻	4.0	2.3	3000

* N.D. means not detectable.

** Sludge contains water of 92.3% weight.

표 9-13 석유화학 공장의 활성오니 처리에 의한 COD, TOC 제거 효과 예

Production of Petrochemical Plant	Aeration Condition		COD _{Mn} Removal				TOC Removal			
	MLVSS ppm	SVI cm ³ /g	COD _{Mn} Removal (%)				TOC Removal (%)			
			0 Hr	2	4	24	0 Hr	2	4	24
Vinyl chloride monomer	3,610	11	227	216 (5)	213 (6)	169 (26)	108	108 (0)	108 (0)	82 (24)
Vinyl chloride	2,200	24	166	119 (28)	61 (63)	30 (81)	91	46 (47)	23 (75)	17 (81)
Naphtha cracking	1,088	36	215	181 (16)	131 (39)	60 (72)	113	81 (28)	78 (31)	38 (66)

Production of Petrochemical Plant	Aeration Condition		COD _{Mn} Removal				TOC Removal			
	MLVSS ppm	SVI cm ³ /g	0 Hr	2	4	24	0 Hr	2	4	24
Vinyl chloride	1,100	-	97	-	68 (30)	54 (45)	57	-	35 (39)	23 (60)
Sodium hypochloride	1,550	37	74	72	62 (16)	62 (16)	50	48 (4)	47 (5)	47 (5)
Epichlorohydrin	1,910	35	63	61	58 (9)	54 (14)	38	37 (3)	33 (13)	31 (18)
Glycerine	992	32	215	148	140 (31)	63 (81)	73	70 (4)	68 (7)	35 (52)

Production of Petrochemical Plant	Aeration Condition		COD _{Mn} Removal				TOC Removal			
	MLVSS ppm	SVI cm ³ /g	0 Hr	2	4	24	0 Hr	2	4	24
SBR, polyisoprene	2,200	13	176	167	154 (5)	120 (13)	92	91 (1)	86 (7)	73 (21)
Isoprene monomer, polymer	2,170	43	220	97	84 (56)	82 (62)	172	125 (27)	108 (37)	73 (58)
Polyethylene glycol	2,610	35	112	110	110 (1)	89 (20)	73	70 (4)	65 (11)	63 (14)
Organic pigment	3,705	16	35	31	27 (11)	21 (28)	90	70 (22)	60 (33)	36 (60)

표 9-14 활성오니에 의한 유기물들의 분해정도

Substances	Aeration Condition		COM _{Mn} Removal				TOC Removal			
	MLVSS ppm	SVI cm ² /g	0 Hr	2	4	24	0 Hr	2	4	24
			(Removal Eff.)				(Removal Eff.)			
Toluene	1310	29.8	21	8 (62)	7 (67)	6 (72)	25	12 (52)	12 (52)	10 (60)
2-methyl aniline	1660	32.5	306	285 (7)	273 (11)	26 (92)	82	82 (0)	76 (7)	15 (83)
2,4-diamino toluene	2360	-	105	-	69 (34)	-	58	44 (24)	32 (45)	-
4-chloro-2-methyl aniline	2300	33.4	225	195 (13)	195 (13)	190 (16)	67	64 (5)	64 (5)	62 (7)
P-toluidine-m-sulfonic acid	1960	13.5	226	225 (0)	232 (0)	230 (0)	94	98 (0)	95 (0)	95 (0)
2-chloro-5-amino-P-toluene sulfonic acid	2500	12.7	215	206 (6)	216 (0)	230 (0)	90	102 (0)	95 (0)	95 (0)
Dinitrotoluene	1140	-	76	-	76 (0)	76 (0)	28	-	25 (1)	24 (1)
Phthalic anhydride	2660	12	9	7 (22)	7 (22)	6 (33)	43	33 (23)	28 (35)	5 (88)
Phthalimido	470	14.4	8	7 (13)	3 (63)	3 (63)	82	50 (39)	23 (72)	10 (88)
β-naphthol	2910	13.7	75	72 (4)	70 (4)	60 (20)	36	33 (8)	33 (8)	33 (8)
β-oxynaphthoic acid	400	7.9	534	534 (0)	546 (0)	523 (2)	240	245 (0)	245 (0)	233 (3)
Bisphenol	1660	29.6	105	93 (11)	59 (43)	30 (72)	45	47 (0)	33 (20)	20 (57)
Maleic anhydride	2000	-	140	-	6 (99)	-	87	9 (90)	2 (98)	-
4,4-dimethyl-1,3-dioxane	2390	15	128	137 (0)	128 (0)	110 (14)	95	90 (5)	90 (5)	70 (26)

Substances	Aeration Condition		COM _{Mn} Removal				TOC Removal			
	MLVSS	SVI	0 Hr	2	4	24	0 Hr	2	4	24
	ppm	cm ² / g	(Removal Eff.)				(Removal Eff.)			
Alkilphenol surfactant	2580	57	117	60 (49)	55 (53)	40 (66)	75	47 (37)	35 (53)	35 (53)
Alkilamine surfactant	4730	21	137	126 (8)	108 (21)	80 (42)	95	88 (7)	80 (16)	70 (26)
Higheralcohol surfactant	3180	33	62	55 (11)	52 (16)	47 (24)	41	38 (7)	36 (12)	36 (12)
Polyethylene glycol	4720	20	162	159 (2)	156 (4)	155 (4)	111	108 (3)	103 (7)	100 (10)
PVA	1510	26	144	143 (1)	141 (2)	137 (5)	81	81 (0)	67 (17)	65 (20)
Olefin oxide surfactant	2200	36	140	88 (38)	87 (37)	63 (55)	104	63 (39)	55 (45)	57 (45)
Silicon surfactant	828	40	62	59 (5)	57 (8)	53 (13)	42	38 (10)	38 (10)	38 (10)
Methylcellulose	1580	34	149	142 (5)	137 (5)	137 (8)	104	99 (5)	99 (5)	98 (6)
Glycerin	952	35	238	118 (50)	20 (92)	9 (97)	83	35 (60)	12 (86)	5 (94)
Trichloropropane	582	34	64	46 (28)	28 (57)	29 (55)	55	33 (40)	27 (51)	13 (76)
Epichloro hydrine	3820	15	109	74 (32)	41 (63)	12 (89)	51	40 (22)	27 (46)	17 (67)
n-methyl-2-pyrrolidene	765	21	105	72 (31)	64 (39)	6 (94)	92	87 (5)	77 (16)	7 (92)

나. 함유폐수 처리 세부고찰

석유화학 공장 역시 정유공장과 마찬가지로 유분을 제거하기 위해 물리적·화학적 부상처리 방법이 적용된다. 물리적 부상처리 방법으로는 전술한 바와 같이 부유성 또는 분산성 유분, 즉 Heavy 오일을 주로 처리하는 목적에 적용되고 처리 설비로는 Oil Separator가 적용되게 된다.

Oil Separator는 물리적인 충돌현상과 흡착현상을 통하여 유적입자간의 포집현상을 유발하므로써 유분을 분리하는 장치로서 자연 부상법의 일종에 해당된다고 할 수 있다.

반면, Emulsion 형태로 유화된 유분은 물리적 방법으로는 제거가 거의 불가능하기 때문에 미세기포를 강제로 유분과 충돌하게 하고 또한 유분과 흡착성이 강한 약제를 첨가하여 효과를 증진시키는 물리 화학적 방법이 채택되고 있다.

표 9-15 DAF System에 있어서 PAC와 STOPOL CL-105 적용효과 비교(울산소재 Y 석유화학)

	무기응결제(PAC) 적용시	유기응결제 (STOPOL CL-105 적용시)
약품 투입량(ppm)	470	60
Floc 부상속도	Slow(일부는 침전되력)	Fast
COD _{Mn} 제거율(%)	31	53
N-Hexane(Inlet-Outlet)	49ppm-11.3ppm(평균치)	49ppm-2.9ppm(평균치)
N-Hexane 제거율(%)	77	94.1
Sludge 발생비	12	1
탈수조체(규조토) 사용비	7	1
탈수후 Cake 발생비	7	1
Spent-Caustic 폐수	처리 불가능	처리 양호함
MDU 폐수	"	"

* 고분자응결제 3.5ppm 동일조건

이를 위한 설비로는 DAF(Dissolved Air Floation) 와 IAF(Induced Air Floation) 시스템이 있다. 실제

표 9-16 IAF System에 있어서 KURITOP CP-671 적용효과 비교
(여천 석유단지 H석유화학)

유입폐수	Oil농도(N-Hexane)	51ppm	659ppm*	125ppm
조 건	탁도(degree)	67	92	45
고분자응집제(KURITOP CP-671농도)		10ppm	20ppm	20ppm
처리 후	Oil농도(N-Hexane)	1.4ppm	6.4ppm	
수 질	탁도(degree)	1.2	1.7	7.4
	외 관	투 명	약간 흐림	투 명
처리효율	Oil농도 제거율(%)	97.3(%)	99.0(%)	99.8(%)
	탁도 제거율(%)	98.2(%)	81.5(%)	83.6(%)
비 고		-	* High sulfur 의 악성폐수	-

현장에서는 Oil Separator가 전처리 용도에 적용되고 본 처리에 Air Floatation시스템이 후처리에 Activated Carbon 시스템이 적용되는 경우가 일반적이다. 표 9-15와 표 9-16에 DAF 및 IAF 시스템의 대표적 적용 약품과 처리 효과를 나타내었다.

다. 후처리 설비 고찰

후처리 설비는 방류 기준 등에 의해 재처리 필요성에 따라 고려되어야 하므로, 일반적 후처리 설비인 활성탄 흡착에 의하여 각종 석유화학 관련 물질들의 흡착성을 고려하여 그 규모나 재생 주기 등이 결정되어야 한다. 표 9-17에 유기물 종류에 따른 활성탄 흡착능력을 나타내었다. 한편, 활성탄이 단순히 수세에 의해서 효과적인 역세가 되지 않을 경우에는 과산화물계의 약제에 의하여 재생하여 주는 방법도 적용되고 있다.

표 9-17 석유화학 관련 유기물의 종류에 따른 활성탄 흡착능력

Compound	MW	Solubility (%)	Concentration (mg / l)		Adsorbed Quantity	
			Initial (Co)	Final (Cf)	Absorbed (g/g)	Removal (%)
Alcohols						
Methanol	32.0	∞	1,000	964	0.007	3.6
Ethanol	46.1	∞	1,000	901	0.020	10.0
Propanol	60.1	∞	1,000	811	0.038	18.9
Butanol	74.1	7.7	1,000	466	0.107	53.4
n-Any Alcohol	88.2	1.7	1,000	282	0.155	71.8
n-Hexanol	102.2	0.58	1,000	45	0.191	95.5
Isopropanol	60.1	∞	1,000	874	0.025	12.6
Allyl Alcohol	58.1	∞	1,010	789	0.024	21.9
Isobutanol	74.1	8.5	1,000	581	0.084	41.9
t-Butanol	74.1	∞	1,000	705	0.059	29.5
2-Ethyl Butanol	102.2	0.43	1,000	145	0.170	85.5
2-Ethyl Hexanol	130.2	0.07	700	10	0.138	98.5
Aldehydes						
Formaldehyde	30.0	∞	1,000	908	0.018	9.2
Acetaldehyde	44.1	∞	1,000	881	0.022	11.9
Propionaldehyde	58.1	22	1,000	723	0.057	27.7
Butylaldehyde	72.1	7.1	1,000	472	0.106	52.8
Acrolein	56.1	20.6	1,000	694	0.061	30.6
Crotonaldehyde	70.1	15.5	1,000	544	0.092	45.6
Benzaldehyde	106.1	0.33	1,000	60	0.188	94.0
Paraldehyde	132.2	10.5	1,000	261	0.148	73.9
Amines						
Di-n-Propylamine	101.2	∞	1,000	198	0.174	80.2

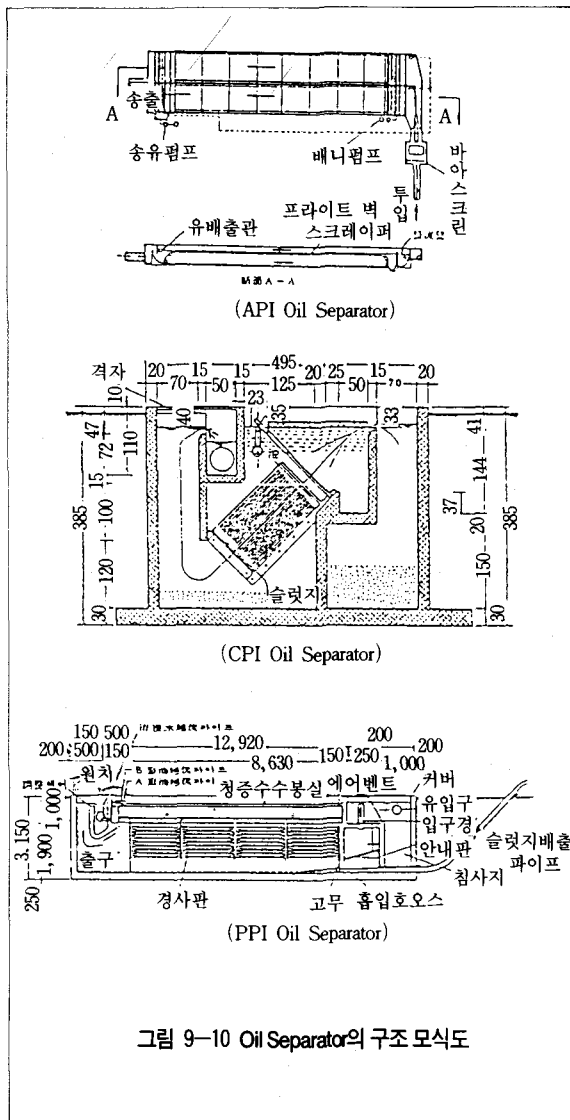


그림 9-10 Oil Separator의 구조 모식도

Compound	MW	Solubility (%)	Concentration (mg / l)		Adsorbed Quantity	
			Initial (Co)	Final (Cf)	Absorbed (g / g)	Removal (%)
Butylamine	73.1	∞	1,000	480	0.103	52.0
Di-n-Butylamine	129.3	∞	1,000	130	0.174	87.0
Allylamine	57.1	∞	1,000	686	0.063	31.4
Ethylenediamine	60.1	∞	1,000	893	0.021	10.7
Diethylenetriamine	103.2	∞	1,000	706	0.062	29.4
Monoethanolamine	61.1	∞	1,012	939	0.015	7.2
Diethanolamine	106.1	95.4	996	722	0.057	27.5
Triethanolamine	149.1	∞	1,000	670	0.067	33.0
Monoisopropanolamine	75.1	∞	1,000	800	0.040	20.0
Diisopropanolamine	133.2	87	1,000	543	0.091	45.7
Pyridines & Morpholines						
Pyridine	79.1	∞	1,000	527	0.095	47.3
2-methyl 5-Ethyl Pyridine	121.2	sl. sol.	1,000	107	0.179	89.3

Compound	MW	Solubility (%)	Concentration (mg / l)		Adsorbed Quantity	
			Initial (Co)	Final (Cf)	Absorbed (g / g)	Removal (%)
n-Methyl Morpholine	101.2	∞	1,000	575	0.085	42.5
n-Ethyl Morpholine	115.2	∞	1,000	467	0.107	53.3
Aromatics						
Benzene	78.1	0.07	416	21	0.080	95.0
Toluene	92.1	0.047	317	66	0.050	79.2
Ethylbenzene	106.2	0.02	115	18	0.019	84.3
Phenol	94	6.7	1,000	194	0.161	80.6
Hydroquinone	110.1	6.0	1,000	167	0.167	83.3
Aniline	93.1	3.4	1,000	251	0.150	74.9
Styrene	104.2	0.03	180	18	0.028	88.8
Nitrobenzene	123.1	0.19	1,023	44	0.196	95.6
Esters						
Methyl Acetate	74.1	31.9	1,030	760	0.054	26.2
Ethyl Acetate	88.1	8.7	1,000	495	0.100	50.5

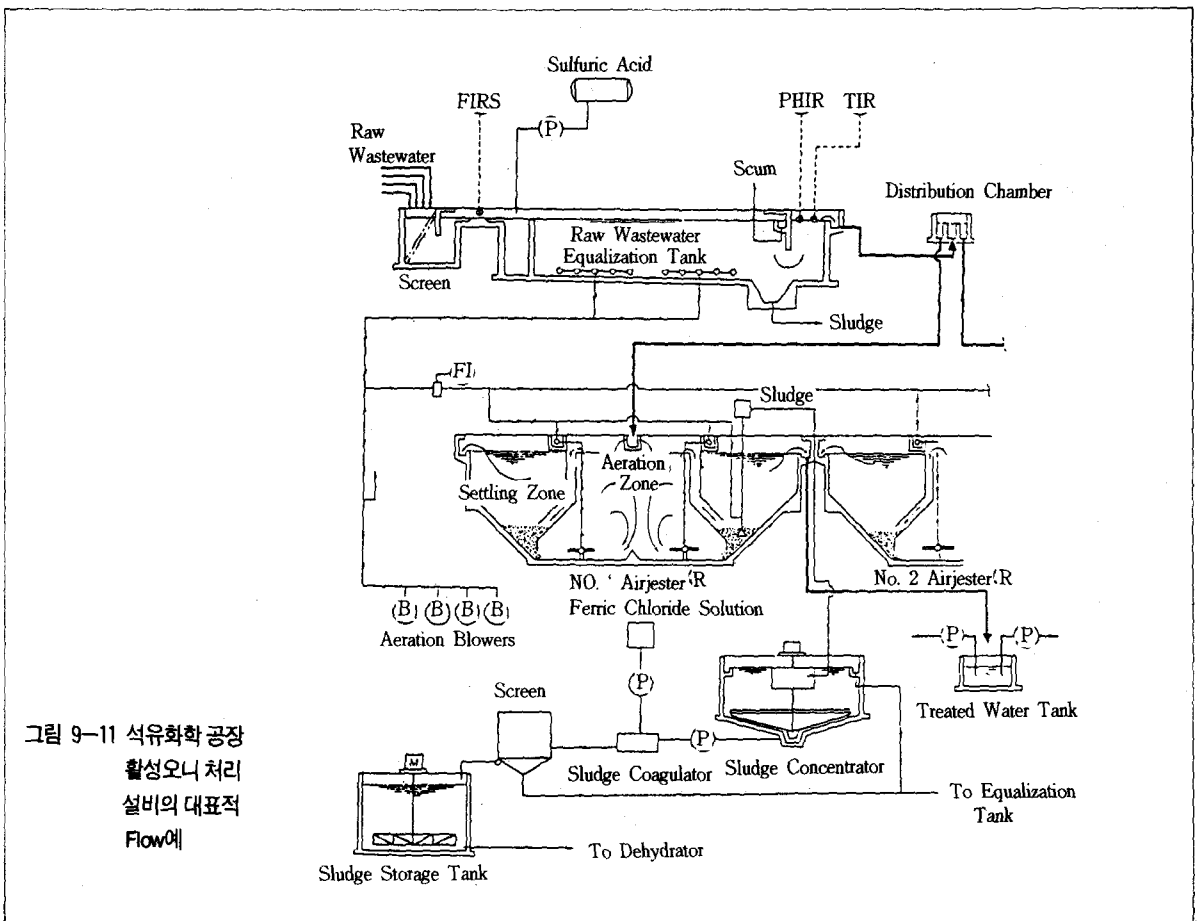


그림 9-11 석유화학 공장
활성오니 처리
설비의 대표적
Flow에