

폐수량 : 2000 ton/d

산업계실례발표 V

[Convert. : ₩450/ton 부당
 " ₩1300/ton 사용]

=====

産業廢水에 管形膜 分離應用

=====

APPLICATION OF TUBULAR MEMBRANE FILTRATION
TO INDUSTRIAL WASTE WATER TREATMENT.

ENVIRONMENT SECTION, ANAM INDUSTRIAL CO., LTD.

151-22 HWAYANG-DONG SUNGDONG-KU SEOUL,

1. ABSTRACT :

MEMBRANE TECHNOLOGY HAS BEEN EFFECTIVELY USED FOR MANY YEARS IN CERTAIN SEGMENTS OF INDUSTRIAL WATER TREATMENT.

RECENT ADVANCES IN COMBINING SOPHISTICATED CHEMICAL PRE TREATMENT TECHNOLOGY WITH CROSS-FLOW MEMBRANE FILTRATION TECHNOLOGY HAVE SUCCESSFULLY DEMONSTRATED THAT HIGHLY EFFICIENT, LOW-COST METHODS FOR TREATING A LARGE OF INDUSTRIAL STREAMS ARE AVAILABLE.

THIS APPROACH TO THE TREATMENT OF CONTAMINATED WASTE WATERS CONTAINING TOXIC METALS, TRACE ORGANICS AND OTHER INDUSTRIAL POLLUTANTS INDICATES THAT A HIGH DEGREE OF VOLUME REDUCTION CAN USUALLY BE ACHIEVED.

THE TREATED WATER CAN OFTEN BE RECYCLED TO THE PROCESS. TYPICALLY REDUCTIONS OF TOXIC METALS TO 0.1 mg/l OR LESS, ARSENIC REDUCTIONS TO 0.05 mg/l AND TRACE RADIOACTIVE SPECIES TO ACCEPTED LOCAL DISCHARGE STANDARDS HAVE BEEN DEMONSTRATED UTILIZING A NOMINAL 0.1 MICRON SIZED PROPRIETARY MEMBRANE CAPABLE OF OPERATING OVER THE ENTIRE PH RANGE OF 0 ~ 14. THESE MEMBRANE OPERATE AT RELATIVELY LOW PRESSURE(30 ~ 50 PSI) AND EXHIBIT HIGH FLUX RATES(20 ~ 400 GPSFD OR 340 ~ 680 L PSMD)

2. INTRODUCTION

막을 이용한 분리기술은 LIQUID SOLUTIONS으로부터 IMPURITIES OR VALUABLE CONSTITUENTS를 분리하는 것은 지금부터 약 25년 이전부터 실행되어오고 있다. 한외여과(UF), 전기부식(ED), 역삼투압(RO), 마이크로필다(MF)등의 여러 막기술이 각종 수처리분야(순수, 폐수등)에서 성공적으로 사용되어오고 있다. 최근의 향상된 막처리기술로 복잡하고 까다로운 각종 폐수도 환경기준치 이내로 처리하계급 혁신적으로 개발이 되어서 여러 산업분야에서 인정을 받고 있다. 즉 TUBULAR CONFIGURATION으로 PH 0 ~ 14 범위는 물론 열 및 FOULING등에도 견딜수 있으며 운전비가 저렴하고 지속적으로 부유물질을 제거하며 MEMBRANE 수명도 5년 이상이나 된다.

3. 막처리 기술

폐수처리 분야에 대한 막 응용은 여러가지의 폐수성상에 폭넓게 적용되어 오고 있다.

고농도 산업폐수, 부식성폐수 및 무기와 유기오염 물질이 함유된 폐수들 처리하는 데는 그동안 막처리기술 도입은 매우 신중을 기하여야만 한다.

왜냐하면 MEMBRANE FOULING, MEMBRANE DEGRADATION 그리고 LOW FLUX RATES 때문에 화학적 처리가 주로 이용되어오고 있는 실정이다.

대부분의 MEMBRANE SYSTEM (RO, ED, UF등)들은 상기와 같은 문제점들때문에 적용에 매우 신경을 써야 한다. 그러기위해서는 RO, UF나 ED를 적용키위해서는 충분한 전처리시설, 빈번한 MEMBRANE 교체와 유량이 적기 때문에 고가의 투자비가 요구된다.

RO, UF나 ED 같은 전형적인 문제점을 극복키위하여 새로운 막이 개발되어서 사용되고 있다.

이 MEMBRANE은 간단한 전처리 기술과 병행하여 사용할 경우 대부분의 산업폐수의 처리가 가능하다.

이 새로운 MEMBRANE도 MEMBRANE STABILITY MEMBRANE FOULING 그리고 MEMBRANE FLUX RATES의 기본 문제가 처리 장치들 설계키 위해서는 고려되어야 한다.

3.1 MEMBRANE STABILITY

새로운 막(ADVANCED MEMBRANE FILTRATION AMF)은 셀룰로오스아세테이트, 셀룰로오스아세테이트유도체 또는 폴리설폰과 같은 재질로 만들어지지 않는다. 즉 이 MEMBRANE은 PH 범위가 0 ~ 14전역에서도 견디는 능력을 갖고 있다.

이것은 MEMBRANE 수명에 대한 공포나 염려없이 어떠한 폐수에도 적용이 가능하다는 것이다.

더우기 MEMBRANE의 오염물질 처리제(CLEANER)로 사용되는 산, 차아염소산 나트륨, 염기등의 화학약품도 안전하게 사용된다고 말할수 있다.

이 MEMBRANE은 처리 공정중에 모듈로 유입되는 고농도의 고형물질에도 견디며 또한 내마모성이다. 그래서 MEMBRANE LIFE가 매우 길어서 5년 이상을 사용할수 있다.

3.2 MEMBRANE FOULING

막분리기술의 가장 큰 문제는 언제 발생할지 모르는 MEMBRANE FOULING이다. 이런 막오염은 막 표면위에 쌓여서 2층층을 형성하게 된다. 이러한 장애는 콜로이드물질이나 고형물질들이 막표면에 겔(GEL)층을 형성하여 농축된 이온성분이 쌓이는 겔과를 초래하여 막의 기공등을 막기도 한다. 한번 오염되면 막표면의 장애층은 막의 생산성 감소와 유량의 저항을 유발한다. AMF는 위와같은 오염 현상을 정확한 SYSTEM DESIGN과 CLEANING TECHNIQUES을 통하여 최소화하게끔 한다. 이 SYSTEM은 난류흐름(TURBULENT FLOW)로 운영되도록 설계되어 있다. 처리된 공급수(폐수)와 함유된 침전물질이 막과 접촉시는 항상 TURBULENT FLOW STREAM이 되도록 유지된다. 유기물질에 의해 막표면이 오염이 되면 분말활성탄 또는 석회같은 악품으로 유기물질을 흡착제거 관리할수 있다. 이런 새척 기술은 높은 유량과 비교적 긴시간을 CLEANING이 필요없이 할수있다. 만일 비활성 FLUOROCARBON-BASED MEMBRANE을 CLEANING하려할 경우 강산 또는 강염기(막기공에 부착된 금속성 물질 또는 기타 침전물을 제거키위해) 또는 HYPOCHLORITE와 같은 강한 산화제를 사용하여서 처리하면 막표면에 형성된 어떠한 ORGANIC FILMS도 처리가 된다.

3.3 MEMBRANE FLUX RATES

AMF는 낮은 유량의 문제를 극복키위해 막기공이 평균 0.1마이크론으로 되어 있다. 일반적으로 사용되는 RO나 UF와 같은 막보다 기공이 더 크다. TABLE 1 는 각기 다른 MEMBRANE에 대해 기공과 유량을 나타내고 있다. 막의 기공이 UF나 RO보다 비교적 크기때문에 DISSOLVED TDS는 줄일수 없으나 침전물질들은 제거를 할수있다. 여기서 DISSOLVED TDS 물질로는 염소이온, 황산이온, 나트륨이온등과 같은 것으로 RO, ED 또는 IX로서만이 제거가 가능하다. AMF는 TOXIC POLLUTANTS와 같은 물질을 제거하는데 매우 유용하여 전반적인 산업폐수에 적용이 가능하다.

4. ADVANCED MEMBRANE SYSTEM DESIGN

AMF의 독특한 특성에 대한 FLOWSHEET를 그림 1에 나타내 있다. 다양한 폐수를 성공적으로 처리키위해서는 SYSTEM을 크게 3가지로 나누어서 설계를 한다. 첫째는 원폐수에 대한 CHEMICAL 처리, 둘째는 MEMBRANE 설계 세째는 SYSTEM CLEANING 이다. AMF SYSTEM은 기존의 화학적 처리기술을 병행하여서 사용하므로써 광범위 분야의 각종 폐수도 처리가 가능하다. 상기의 3가지에 대한 특징을 설명코저한다.

4.1 CHEMICAL FEED TREATMENT

효과적으로 폐수를 처리키 위해서는 적절하게 화학약품으로 전처리를 하여야 한다.

즉, TOXIC METALS 및 기타 용해된 이온물질들을 효과적으로 침전 및 흡착기술을 통해서 제거할수 있기 때문이다.

각 산업체의 폐수에 따라 엄격하게 화학적 성분 분석 및 실험이 뒤따라야 한다.

대부분의 오염물질은 단순히 석회 또는 가성소다를 사용하여 PH 조절하여서 제거할수 있다.

전자산업 또는 전기도금산업체에서 발생하는 폐수들은 매우 복합적인 금속성 폐수이므로 먼저 복합적인 물질을 화학적으로 처리를 한후 침전시켜야하며 용해성 이온물질은 그대로는 제거가 어려우므로 침전과 흡착을 병행하여 효과적으로 제거할수 있다.

AMF의 처리기술을 이용할 경우 TABLE 2와 3처럼환경기준치 이하로 처리가 가능하다.

AMF의 가장 큰 특징은 폐수원액 또는 처리된 폐수내의 높은 고형물질로 처리할수 있는 능력을 갖고 있다는 것이다.

대부분의 화학적처리기술은 TOXIC SPECIES을 제거키 위해서 침전 및 흡착방식을 이용하는데 이는 침전과 흡착방식으로 제거를하며 높은 표면적을 이용할수 있기 때문이다. SYSTEM DESIGN은 처리된 원폐수가 가지고 있는 높은 고형물질에 대해 계속 순환시키므로서 고형물질이 축적(증가)되도록 설계되어 있다.

4.2 MEMBRANE SYSTEM DESIGN

다양하고 폭넓은 분야의 산업폐수를 처리키 위해서 본 MEMBRANE은 TUBULAR CONFIGURATION으로 되어 있다.

MEMBRANE MODULE로 SHELL 형태로 덮어져 있다.

그림 2에 자세하 나타나 있다.

이런 형태는 200 ~ 400 GFD의 높은 유량을 처리하게 된다.

본 SYSTEM은 높은 속도의 순환 점프가 부착되어 있어 그림 3과 같이 TUBULAR MEMBRANE CONFIGURATION을 통하여 침전 및 흡착성 고형물인 LIQUID SLURRY을 통과시킨다.

MEMBRANE TUBE내의 유체흐름은 항상 TURBULENT FLOW로서 이는 높은 유량유지와 오염물질층의 형성을 막기 위해서이다.

3 ~ 5%의 고형물질이 증가될때까지 순환이 가능하다.

이런 SLURRY는 순환 흐름에서 빼내어서 탈수기로서 처리가되고 떠있는 부유물질과 여과수는 다음 처리를 위해 SYSTEM으로 되돌려 진다.

이런 기술을 이용하면 이온성 오염물질의 제거시 폐슬러지의 양은 매우 적게 발생된다.

즉, CONVENTIONAL TREATMENT SYSTEM보다 슬러지양이 폐수에 따라 차이는 있으나 약 3 ~ 10배가 적게 발생된다.

4.3 SYSTEM CLEANING

효과적으로 SYSTEM을 운영키 위해서는 원폐수의 적절한 화학적처리와 멤브레인의 TURBULENT FLOW가 중요함과 동시에 강한 세척제를 이용하여 크리닝을하여 MEMBRANE의 능력을 유지하는것도 중요한데 이것은 유기물질이나 기타 다른 형태의 오염물질들로 MEMBRANE이 오염되었을때 SYSTEM의 처리유량을 회복시켜주기 때문이다.

FLUOROCARBON BASED의 MEMBRANE은 비활성이기때문에 강한 세척제 즉 강산, 강알칼리 및 HYPOCHLORITE같은 것을 사용할수가 있다.

CLEANING시에 SYSTEM은 별도의 CLEANING SYSTEM을 이용하여 실시할수 있다.

CLEANING CYCLE은 보통 30분 ~ 1시간 정도이며 CLEANING회수는 오염물질의 형태에따라 시행된다. 그동안 경험으로 보아 각 산업분야에서 사용되는 SYSTEM의 경우 일주일에 1회 정도하는것이 보통이다.

5. CONCLUSIONS

- 5.1 AMF는 고도의 기술을 응용한 화학처리 기술과 함께 넓은 분야의 산업폐수를 처리할수가 있음을 보여주었다.
- 5.2 MEMBRANE의 주된 장점은 침전과 증력침전을 이용하여 처리된 물의 수질을 신뢰할수 있는 반면에 CONVENTIONAL 침전 및 증력침전 PROCESS는 화학적 처리 공정을 도입하여 폐수성분을 관리하며 침전이 가능한 미립자만이 처리되고 또한 대부분의 산업폐수 흐름이 매우 변동이 심하여 관리가 힘들다.
- 5.3 AMF 기술은 SETTLEABLE PARTICLES의 생산이 필요로 하지 않는다. 즉, 어떤 TOXIC SPECIES나 복합된 침전 화합물질을 최적으로 제거키 위해서는 매우 미세한 콜로이드물질 생성만으로도 충분하기 때문이다.
- 5.4 적절한 화학적 처리와 MEMBRANE FILTRATION을 병용처리할경우 금속성 물질을 0.1 mg/l이하로 처리가 가능하다.
- 5.5 AMF 처리 기술은 고농도 폐수뿐만아니라 저농도 폐수처리에도 매우 유익한 반면에 CONVENTIONAL TREATMENT는 저농도에서 매우 적은 PARTICLES을 생성하므로 고형 물질의 생성이 어려울뿐만아니라 증력 침전을 어렵게 한다.
- 5.6 AMF SYSTEM은 유입되는 농도에 관계없이 0.1마이크론 이상의 모든 PARTICLES이 제거된다.
- 5.7 AMF에 어떠한 침전제를 사용하며는 CONVENTIONAL SOLID/LIQUID SEPARATION에서 콜로이드물질을 형성치 못한것도 매우 효과적으로 처리할수 있다.
- 5.8 AMF SYSTEM은 자동으로 운영되므로 인건비등의 유지비 절감을 기할수 있다.
- 5.9 슬러지양이 매우 작아서 경제적이다.
- 5.10 AMF SYSTEM은 처리수의 양호한 수질과 부유물질의 전량제거로서 처리수를 재사용 할수가 있다.

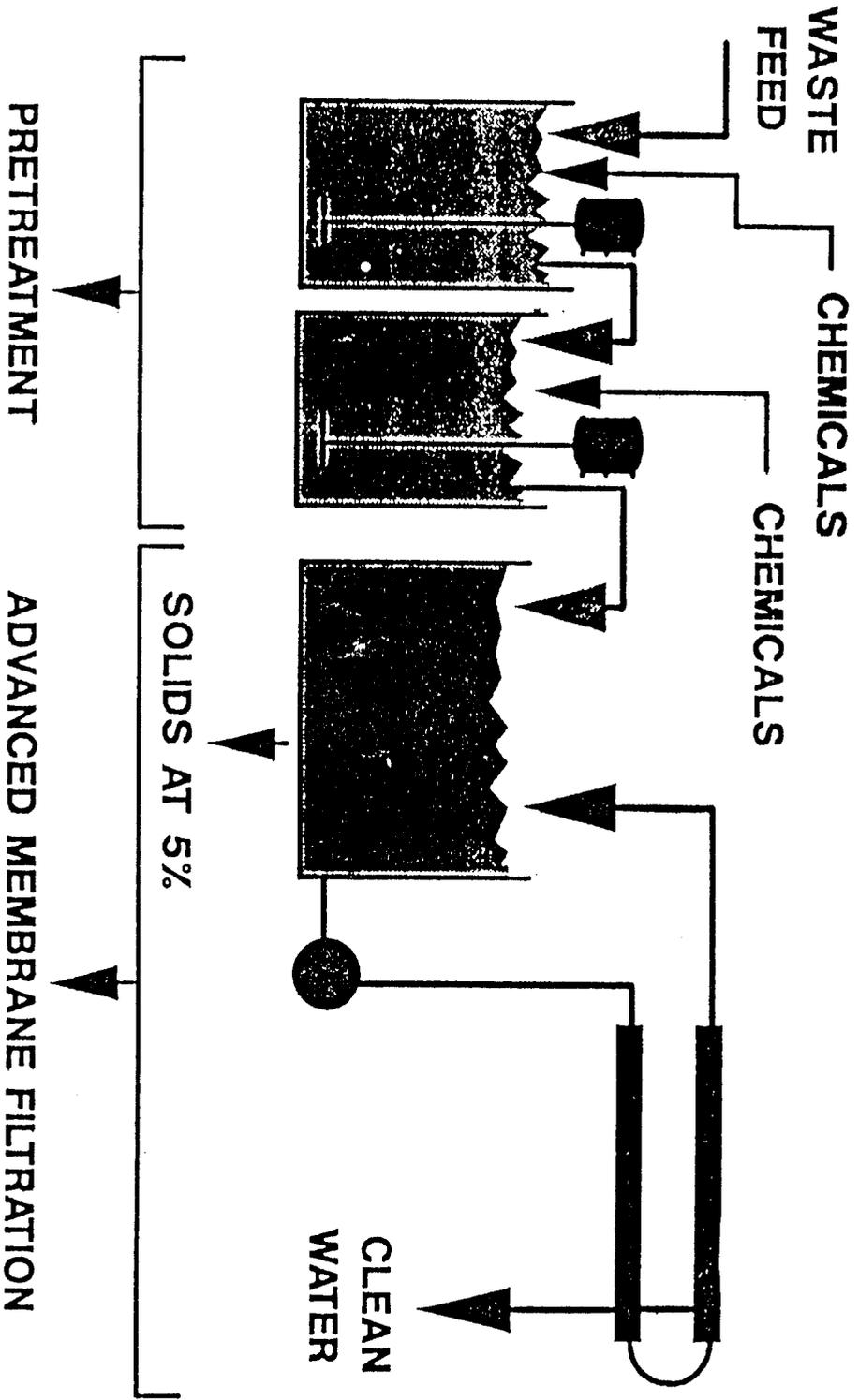
TABLE : 1 TYPICAL PHYSICAL CHARACTERISTICS OF MEMBRANES.

	<u>REVERSE OSMOSIS</u>	<u>ULTRAFILTRATION</u>	<u>ADVANCED MEMBRANE FILTRATION</u>
PORE SIZE MICRON	0.001	0.01~0.05	0.1
OPERATING PRESSURE	300~400	50~100	30~50
FLUX RATE LMH*	17~43	50~130	340~680

* LMH = L/M² OF MEMBRANE/H

TYPICAL CHARACTERISTICS OF MEMBRANE FILTERS

	REVERSE OSMOSIS (RO)	ULTRA FILTRATION (UF)	ADVANCED MEMBRANE PROCESS (AMP)
PORE SIZE (MICRONS)	0.001	0.01	0.1
OPERATING PRESSURE (PSI)	500 - 1000	50 - 100	30 - 50
FILTRATION RATE (GFD)	10 - 25	30 - 75	200 - 400



PRETREATMENT ADVANCED MEMBRANE FILTRATION

FIG1 WASTE TREATMENT SYSTEM

TABLE 2: EXAMPLES OF MEMBRANE SYSTEM PERFORMANCE :
INDUSTRIAL APPLICATIONS

<u>SPECIES</u>	<u>INFLUENT (mg/l)</u>	<u>EFFLUENT (mg/l)</u>
ALUMINUM	157.5	0.8
ARSENIC	1.2	0.1
CADMIUM	28.2	0.05
CHROME	16.4	0.1
COPPER	133.2	0.1
FLUORIDE	105.6	5.0
GOLD	10.0	0.15
IRON	116.0	0.02
LEAD	25.7	0.05
MERCURY	15.0	0.007
NICKEL	60.0	0.25
RHODIUM	24.6	0.1
SILVER	91.6	0.1
TIN	34.0	1.0
ZINE	340.0	0.09
TSS	975.0	< 1.0

TABLE 3 : EXAMPLES OF MEMBRANE SYSTEM PERFORMANCE :
MUNICIPAL APPLICATIONS

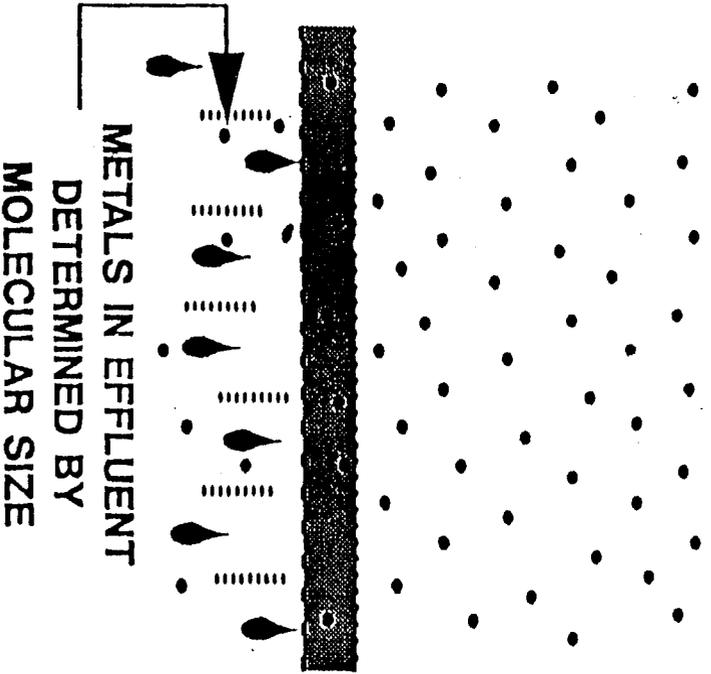
<u>SPECIES</u>	<u>INFLUENT (mg/l)</u>	<u>EFFLUENT (mg/l)</u>
BOD	14.0	< 2
COD	23.0	< 2
CHROME	3.0	< 0.05
COPPER	2.5	< 0.05
IRON	4.0	< 0.05
MANGANESE	2.0	< 0.05
TSS	12.4	< 1
COLIFORM	4/100ml	0/100ml

REVERSE OSMOSIS

OR

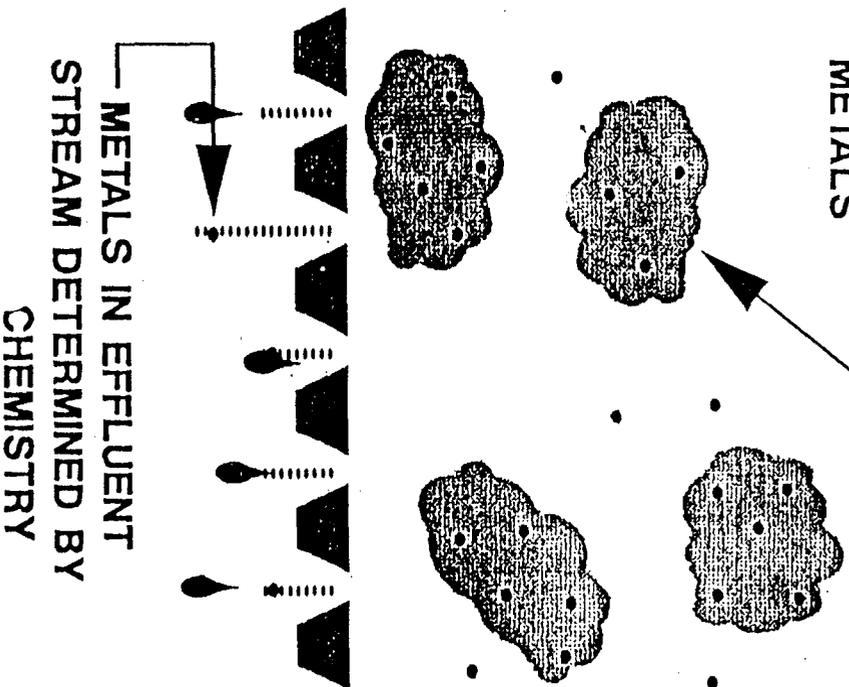
ULTRAFILTRATION

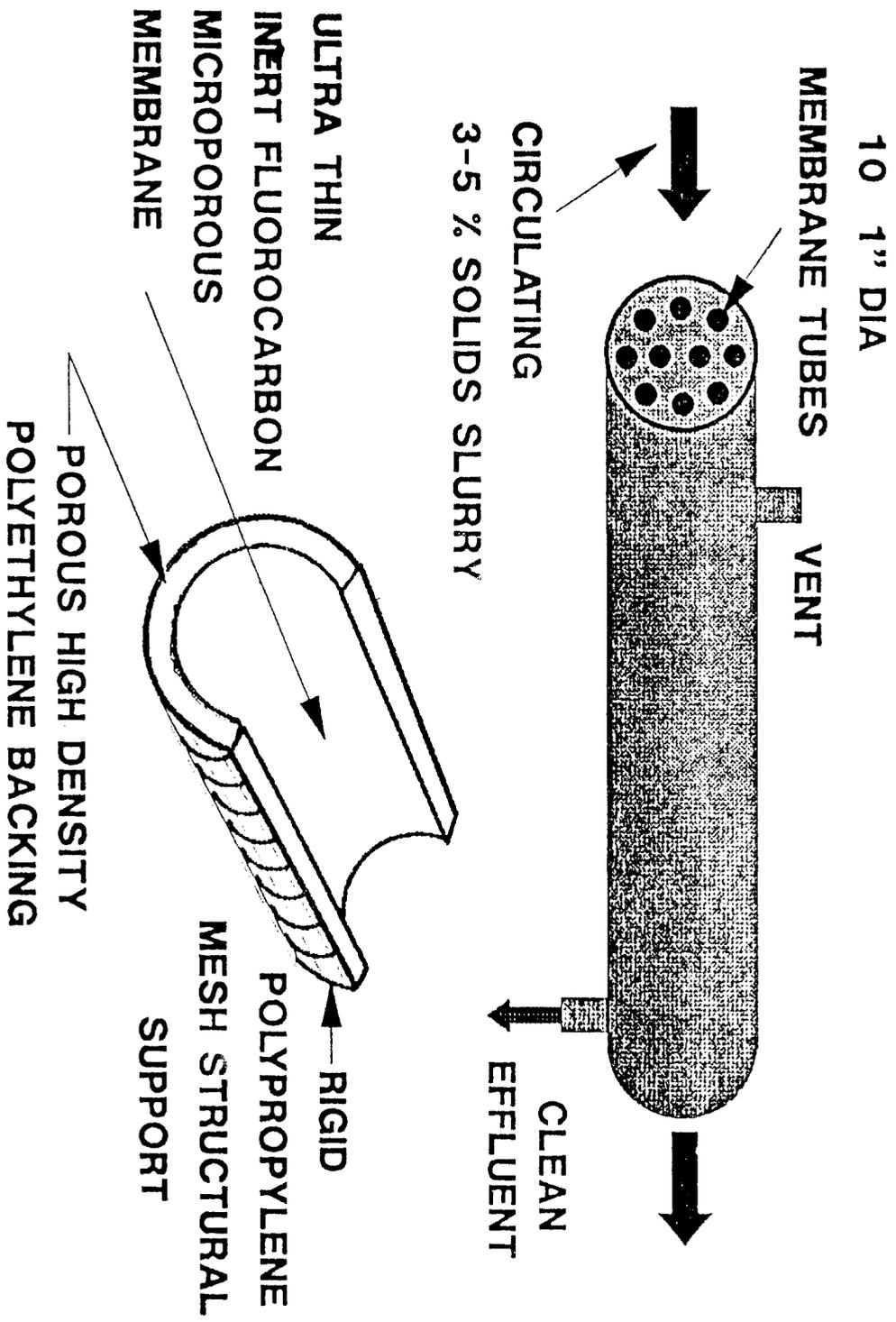
DISSOLVED METAL SALTS



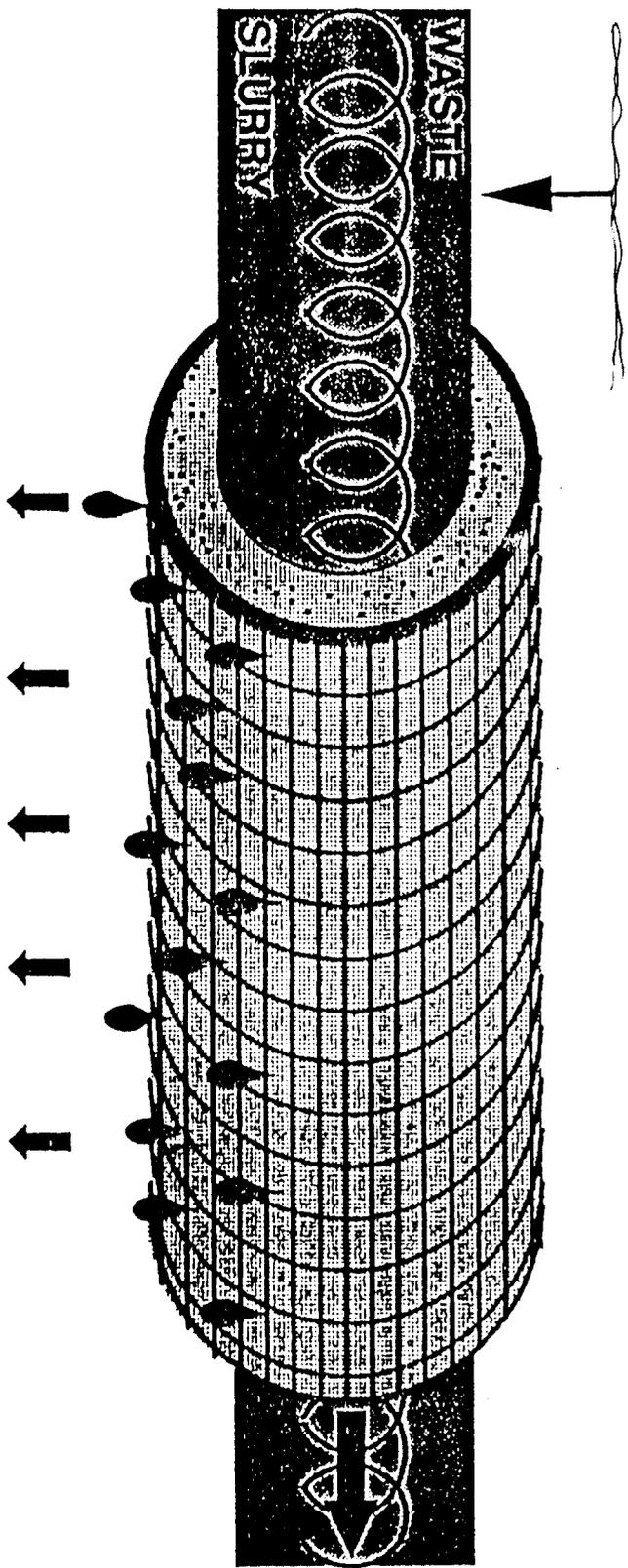
SYSTEM

PRECIPITATED METALS





TURBULENT FLOW
12-15 FT/SEC.



CLEAN EFFLUENT
"OPEN TUBE" CONCEPT