

2축 회전판형 UF 모듈의 열간 압연유 농축

장진호 · 노수홍
연세대학교 환경학과

Concentration of Hot-Roll-Oil Emulsion Using Two-shaft Rotary Disc UF Module

Jin-ho Chang · Soo-hong Noh
Dept. of Environmental Science & Technology, Yonsei University

1. 서론

“Engaged type”의 2축 RDM은 housing의 부피에 대한 막면적을 극대화시키고 회전방향을 엇갈리게 함으로서 유체의 걸보기속도를 증가시키고 막 표면에서 난류와 2차 흐름(secondary flow)을 형성시켜 농도분극층이 감소하여 막 오염을 최소화 할 수 있다.

본 연구에서는 2축 RDM으로 실제 열간 압연유 폐수를 적용하여 농축 실험을 하였으며 투과 특성과 농축수의 열간 압연유 입자 분포의 변화를 조하였다.

2. 실험 및 방법

실험에 사용한 회전판막은 8각형의 ABS판에 투과수 흐름을 원활히 하기 위하여 망사를 놓고 polysulfone 한외여과막을 놓아 망사와 분리막을 융착하였다.

순수투과율 측정은 이온 제거수(Banstead, USA, conductivity; 18meg-ohm-cm)를 사용하였다. 회전판막의 순수 투과율은 1 kg_f/cm²의 압력에서 회전 속도를 0에서 4.27 m/s로 증가시키며 순수 투과율을 조사하여 미끄럼 흐름과 원심력에 의한 압력강하를 관찰하였다.

농축실험은 2축 RDM의 회전판막을 통하여 나온 투과수를 원수 탱크에 재순환시키지 않고 오일 농도가 7배 농축될때까지 압력 ; 2 kg_f/cm², 회전속도 ; 3.41 m/s에서 계속하여 농축하였다.

유기물질 배제율 측정을 위한 TOC 측정은 TOC analyzer (Dohrmann DC-85A)를 사용하였고 오일 폐수의 입자크기와 분포도는 Coulter Multisizer II (England, 측정범위 0.4~1000 μ m)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1. 막처리의 영향

2축 회전판형 막모듈에서 글리세린(glycerin)으로 처리한 막과 처리하지 않은 막을 비교하여 회전속도에 따른 순수투과율의 변화를 측정하였으며 Fig.1.에 나

타내었다. 투과율의 경향은 비슷하였으나 처리한 막의 순수 투과율은 237~249 L/m²hr로 처리하지 않은 막의 39~42 L/m²hr보다 6배 가량 높았다. 이는 초음파 용착을 위해 막이 마르는 과정에서 글리세린이 막의 pore내에 침투하여 고분자의 수축으로 인한 pore의 봉쇄를 막는 것이 주요 원인이다. 회전판막의 회전속도 (0~4.27 m/s)가 증가할수록 회전판내 유체가 받는 원심력에 의한 압력강하(P_{Fc})와 분리막 표면의 미끄럼 흐름에 의한 압력강하(P_{Slip})로 투과율은 감소되는데 이는 2축 회전판형 막모듈에서 회전축의 회전방향이 동일할 경우, 회전판막들이 겹친 부분에서는 서로 엇갈리게 회전하여 막표면에서 유체의 겉보기속도와 2차흐름이 증가하기 때문이다.

3. 2. 열간 압연유의 농축

2축 회전판형 막모듈에서의 오일 에멀전 농축은 회전속도는 3.41 m/s (400 rpm), 운전 압력은 2 kg/cm²으로 고정하고 오일 폐수를 사용하여 7배까지 농축 실험을 한 결과를 Fig.2.에 나타내었다. 폐수의 농도가 70분까지는 Flux가 계속적으로 감소하였으나 그 이후로는 거의 감소되지 않고 일정하게 유지되었다.

3. 3. TOC 배제율 및 입자 분포

수용성 열간 압연유 폐수를 농축에 따라 농축수와 투과수를 취하여 TOC analyzer로 배제율을 측정된 결과 농축수의 TOC는 4050~46350 mg/l로 점차적으로 증가하였으며 투과수의 TOC는 1154~1493 mg/l을 유지하여 60분 이후에는 90% 이상의 배제율을 나타내었다. 농축이 진행되는 동안 농축된 에멀전의 처음과 마지막의 입자크기와 분포도를 측정하여 입자 분포 Fig.3.에 나타내었다. 폐수 원수와 7배 농축된 농축수의 부피, 수 평균입자 크기는 거의 차이가 없었으나 농축수의 평균입자 크기가 약간 높았다.

4. 결 론

- 2축 회전판형 막모듈의 순수 투과율은 글리세린(glycerin)으로 처리한 막이 처리하지 않은 막보다 6배 가량 높았으며 이는 막이 마르는 과정에서 글리세린이 고분자의 수축을 막는 것이 주요인이다.

- 회전속도 3.41 m/s, 압력 2 kg/cm²으로 오일 폐수를 7배 까지 농축하였을 때 초기 투과율 32.4 L/m²·hr이 24.2 L/m²·hr로 감소하였다. 폐수의 농도가 70분까지는 Flux가 빠르게 감소하였으나 그 이상 농도에서는 거의 감소되지 않고 일정하게 유지되는 것을 볼 수가 있다. 이는 점차적인 농도증가에도 불구하고 막의 회전에 의해 발생하는 강한 난류의 형성이 막표면의 농도분극층의 형성을 적극적으로 억제하기 때문이다.

- 오일 폐수의 분리실험에서 투과수의 TOC 배제율은 90%이상을 나타내었으며 폐수 원수와 7배 농축수의 입자크기는 큰 차이가 없었다.

5. 참고 문헌

1. Horikita H., "Performance of rotary disk membrane", *Abstract of the 6th WFC*, Nagoya, pp306(1993).
2. 김제우, 노수홍, "2축 회전판형 UF 모듈의 Oil Emulsion 분리특성 연구" 멤브레인, 6(4), pp. 219~226(1996)
3. 장진호, 김용석, 노수홍, "1축 회전판형 UF 모듈을 이용한 열간 압연유 분리 및 농축 특성", 대한환경공학회, 채택(1997)
4. 장진호, 노수홍, "2축 회전판형 UF 모듈을 이용한 열간 압연유 처리", 대한환경공학회, 투고중(1997)
5. J. H. Chang, Y. S. Kim, S. H. Noh, "Separation of Hot-Roll-Oil Emulsion by Rotary Disc Modules", *Abstract of NAMS '97*, Baltimore, pp236 (1997)

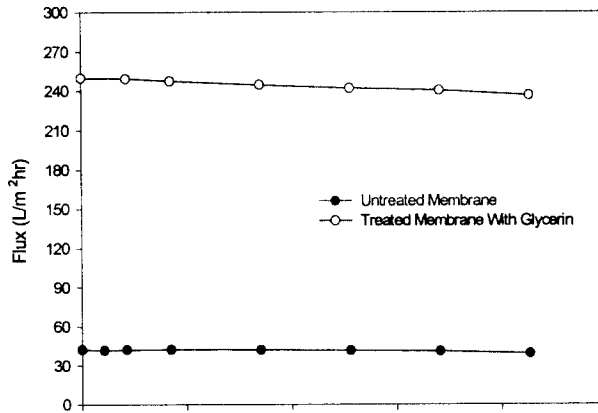


Fig. 1. Effect of glycerin treatment on pure water flux at 1kgf/cm².

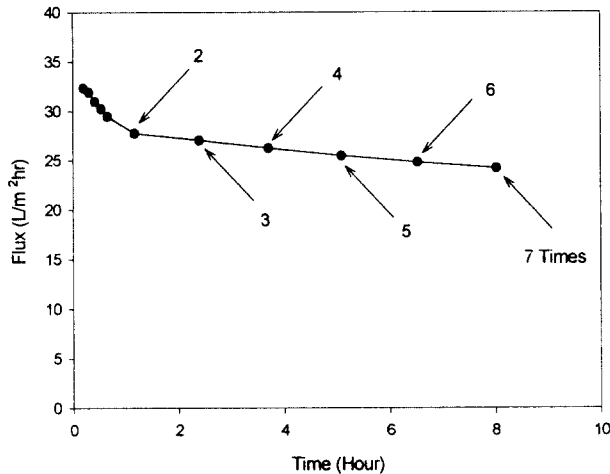


Fig. 2. Permeate flux decline during vloume reduction.