

회전판형 나노여과 막모듈을 이용한 잉크세척폐수의 농축

최승희, 최찬섭, 노수홍
연세대학교 환경공학과

Volume Reduction of Ink Washing Wastewater by Using Rotary Disc Membrane Module (RDM) with Nanofiltration.

Seoung-Hee Choi, Chan-Sup Choi, Soo-Hong Noh
Department of Environmental Engineering, Yonsei University.

1. 서론

회전판형 막모듈을 이용한 oil-emulsion의 처리에 대한 연구와 1축 및 2축 회전판에서의 모델식에 대한 연구가 안승호 등에 의해 진행되었으며, 막표면에서 농도 분극층을 줄임으로서 고농도의 oil-emulsion 분리시 투과율의 향상과 막오염을 저감시키는데 연구가 되어왔다.

회전판형 막모듈은 유입수에 압력을 걸어주는 대신 막자체를 용액속에서 회전시키므로 높은 전단응력(shear stress)으로 난류(turbulence)를 야기시켜 젤층과 농도분극 현상을 감소시킬 수 있다. 본 연구는 회전판형 막모듈에 나노여과막을 도입하여 잉크세척폐수의 농축을 통한 처리 가능성을 조사하였다.

2. 실험

1축 회전판형 막모듈의 개략적인 구조를 Fig.1에 나타내었다. 회전판막은 TriSep사의 aromatic polyamide 나노여과막을 사용하여 직경 0.2m, 두께 3mm의 ABS판을 지지판으로 하여 제작하였다.

회전 및 압력변화에 따른 순수투과율과 염용액의 투과율 및 배제율을 측정하였다. 압력 범위는 $5 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$ 에서 수행하였고, 각각의 압력에서 $0 \sim 500 \text{ rpm}$ 으로 회전속도를 변화시키면서 순수투과율 및 염용액의 투과율 및 배제율을 측정하였다.

실폐수 농축 실험시 Y사에서 판지 제조시 수용성 잉크를 이용한 인쇄작업에서 발생하는 세척폐수를 사용하여 회전 및 압력 조건을 변화시키면서 투과율 및 염배제율, TOC 배제율을 측정하였다. 회전수 $300 \sim 500 \text{ rpm}$, 압력은 10 kg/cm^2 에서 5 kg/cm^2 로 변화시키면서 약 10배까지 농축하였다.

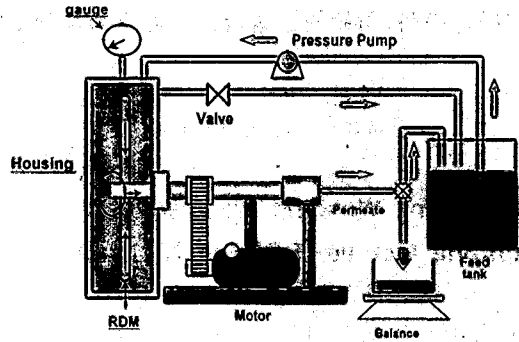


Fig.1 Schematic diagram of rotary disc membrane module

3. 결과 및 토론

압력과 회전수를 고정시킨 상태에서 잉크세척폐수의 농축실험 결과를 Fig.2에 나타내었다. 이 실험은 5배 농축까지의 실험으로 300rpm, 10kg/cm²에서 simple batch system으로 초기 부피 20L에서 최종 부피 4L까지 수행되었으며, 이후 실험은 원수를 초기부피인 20L를 더 첨가시킨후 압력과 회전수를 변화시키면서 simple batch system으로 다시 4L까지 농축시켜 최종 목적인 10배 농축까지 수행하였다. 이 전체 실험 결과를 Fig.3에 나타내었다.

초기실험에서 5배 농축될때까지 Flux가 43 lmh에서 3.4 lmh까지 감소하였고 TOC 농도는 1120ppm에서 1993ppm까지 약 2배 증가하는 동안 배제율은 50~63%로 유지되었으며, 염농도는 895 μ s/cm에서 1.781ms/cm로 약 2배 증가하는 동안 46~68%로 유지되었다. 이 결과를 Fig.4에 나타내었다. 원수 20L 첨가후 각각의 실험 조건들을 변화시키면서 다시 4L까지 농축시킨 결과를 Fig.5에 나타내었다. 원수 20L 첨가 직후 농도는 희석되었으나 Flux는 큰 변화를 보이지 않았으며, 400rpm으로 회전수를 증가시켜도 Flux 변화는 거의 없었다. 압력을 0kg/cm²로 하여 400rpm으로 30분 수행후 진행시킨 실험에서는 Flux가 3.2 lmh에서 5.1 lmh로 약간의 상승을 보인후 약 6시간 정도후 다시 3.2 lmh로 떨어졌다. 이는 막표면의 cake층이 원심력에 의해 떨어져 나갔다가 다시 높은 압력인 10kg/cm²에서 운전됨으로써 Flux 유지가 잘 안된 것으로 사료된다. 반면에 0kg/cm²로 500rpm에서 90분 수행후 압력을 낮춰 300rpm, 5kg/cm²로 실험했을때는 3.2 lmh에서 16.8 lmh로 높은 Flux 상승을 보인후 10kg/cm²로 운전할 때 보다 낮은 Flux 감소를 보였다. 이는 막 표면의 cake층이 원심력에 의해 떨어진후 상대적으로 낮은 압력에 의해 초기 fouling이 10kg/cm²일 때 보다 더 완만하게 진행된 것으로 사료된다. 이 사실로 잉크세척폐수와 같이 낮은 삼투압을 가진 폐수의 경우 삼투압을 극복하기 위해 큰 압력이

필요치 않으므로 적정 압력조건으로 운전하는 것이 막 fouling을 감소시키는 중요한 조건임을 알 수 있다. 농축 실험후 증류수로만 flushing 했을 때 순수투과율의 회복율은 75% 이고, 세제를 이용해 세척했을 때 순수투과율의 회복율은 90%의 높은 회복율을 보였다.

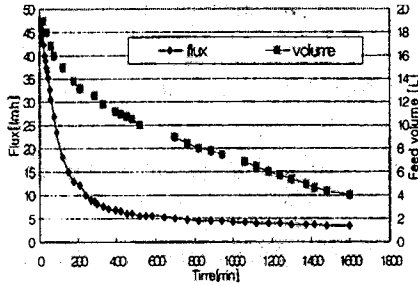


Fig.2 Flux & volume reduction by time progressing at initial experiment

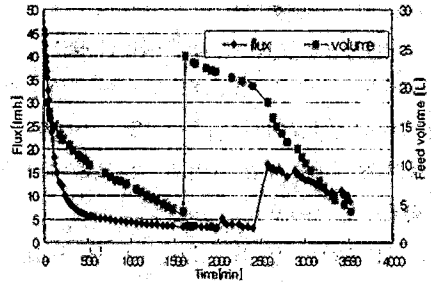


Fig.3 Flux & volume reduction by time progressing at total experiment

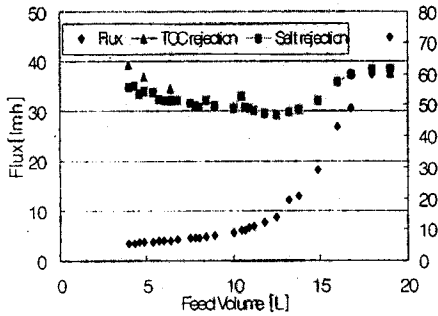


Fig.4 Variation of flux & rejection rate by volume reduction at initial experiment

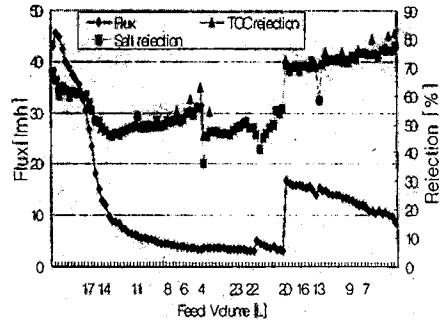


Fig.5 Variation of flux & volume rejection rate by volume reduction at total experiment

4. 참고문헌

1. 안승호, 노수홍, "Single Rotary Disk 한의여과 모듈의 분리특성", 한국막학회 추계 학술대회, pp56-58, (1993)
2. 김제우, 노수홍, "1축 회전판형 UF모듈의 투과모델 및 Oil emulsion 분리특성", 한국막학회지 V.6, N.2, (1996)
3. 장진호, "2축 회전판형 막모듈의 오일에멀전 투과모델에 관한 연구", 연세대학교 석사

학위논문, (1997)

4. N.R. wiesner, J. Engler, "Development of a rotating disk membrane for treating aqueous stream with high solids concentrations", NAMS '96, (1996)
5. M.M. Dal-Cin, C.N. Lick, A. Kumar, S. Lealess, "Dispersed phase back transport during ultrafiltration of cutting oil emulsions with a spinning membrane disc geometry", J.of Mem. Sci., 141 (1998)
6. 박지훈, 최승희, 장진호, 노수홍, "역충격형 회전원판 막을 이용한 압연유 농축", 한국막학회 춘계학술대회, pp123-126, (1999)
7. 박지훈. "역충격형 회전판 막 모듈에서 투과면의 압력손실과 분리특성", 연세대학교 석사학위논문 (1999)
8. S. H. Noh, C. S. Choi, J. H. Park, and K. H. Lee, "Application of Rotary Disc Membrane Module for NF Separation". The 2nd Korea-Italy Workshop, pp59-62,(1999)