

머서 폐수에서의 가성소다 회수 : 스파이럴형 대 튜블라형 NF 분리막 운전 비교

송문환, 최은경, 손은중*, 이범수, 정성훈**, 이윤석***
한국생산기술연구원 환경염색가공팀
부천대학 섬유과*
한양대학교 섬유고분자공학과**
고려대학교 환경공학과***

Comparison of NF Processes using Spiral and Tubular Modules in Caustic Soda Recovery from Mercerization Wastewater

Moon Hwan Song, Eun Kyung Choe, *Eun Jong Son,
Beom Soo Lee, **Sung Hoon Jeong, ***Yun Seok Yi
Korea Institute of Industrial Technology, ChonAn, Korea
*Department of Textiles, Bucheon, Korea
**Department of Fiber & Polymer Engineering, Hanyang University
***Department of Environmental Engineering, Korea University

1. 서론

머서화가공(mercerization)은 면사 또는 면직물을 가성소다(NaOH)용액에 침지해서 면섬유를 팽윤, 수축시켜 면사 또는 면직물에 명주와 같은 광택을 부여하고, 염색성을 향상시키는 등 성능을 부여하는 가공이다. 일반적으로 머서화가공은 20~25% 가성소다용액으로 20℃ 이하의 온도에서 처리한다¹⁾.

국내 염색공장중 머서화가공을 실시하는 업체는 60여개로 추정되는데 반월염색공단내 약 20여개, 시화공단 및 대구 비산공단내 각 10여개, 부산 신평공단내 약 6개, 의정부, 동두천 등 그 외 단독 입지에 위치하고 있다. 머서화가공에 소모되는 가성소다는 회사 규모별로 연간 1,000톤~5,000톤(50% 가성소다액)이 된다. 반월염색공단의 경우 폐수처리를 위해 각 염색공장에서 공동폐수처리장으로 유입되는 염색폐수의 알칼리성은 거의 머서

화 폐수에 기인하고 생물학적 처리를 위한 폐수 중화에 황산을 많이 소모하고, 각 공장에서 역시 pH부과금을 줄이기 위하여 공동폐수 처리장으로 보내기 이전에 황산을 소모하고 있다. 대구 비산공단에 유입되는 염색폐수의 알칼리성은 폴리에스테르 감량 폐수가 주원인이고 이에 머서화 폐수도 기여하는데 K 면염색공장의 경우 머서화공정에 소모되는 일년 가성소다 소모량이 약 2억원 (약 2000톤 가량)이고 배출폐수의 자체내 황산중화비로 약 7천5백만원이 쓰이고 있다²⁾.

따라서, 머서화 폐수에서의 가성소다 회수는 공장의 가성소다 약품비 절감과 폐수 중화를 위한 황산 소모 감소 및 pH 부과금 감소, 환경오염 감소 등의 잇점을 가져다 준다. 아울러 궁극적으로는 사용 가성소다를 회수하여 재사용함으로써 환경친화적인 머서화공정을 유도할 수 있다.

이에 본 연구에서는 튜블라형(Tubular Type)과 스파이럴형(Spiral Type)의 NF 분리막을 이용한 머서화폐수에서의 가성소다 회수에 관한 파일럿 실험을 바탕으로 실용화를 위해서 각기 시스템의 가성소다 회수 효율성을 검토하여 보았다.

2. 실험

2.1. 머서화폐수시료

본 실험에 사용된 시료는 대구광역시 비산공단에 소재한 면직물 염가공업체에서 수거된 머서화 폐수시료를 공급받아 본 파일럿 분리막 실험에 사용하였다.

2.2. 분리막장치

본 연구에 사용된 NF 분리막 장치는 2개의 장치(튜블라형 ; AlkaSave TM2X, MPW Co., 이스라엘, 스파이럴형 : 자체 제작)을 사용하였다. Table 1 는 본 연구에서 사용된 NF막의 특성을 나타낸 것으로 NF막은 pH 1 ~ 14 범위에서 안정한 MPW사의 시판품인 MPT-34 를 사용하였다.

2.3. 분리막공정 특성분석

- 튜블라형 vs. 스파이럴형의 운전시간에 따른 투과유량 거동분석
- 튜블라형 vs. 스파이럴형의 투과유량의 온도의존성분석
- 튜블라형 vs. 스파이럴형의 가성소다회수효율 분석
- 원수, 투과수 및 농축수의 특성분석

Table 1. Properties of nanofiltration membrane used in this study

NF Membrane name	SelRO MPT-34		
Membrane area(m ²)	TM-1228 AS	M P S - 3 4 4040	M P S - 3 4 2540
	5	5.6	1.2
Configuration	12.5mm diameter tubular	Spiral-Wound	Spiral-Wound
Water flux(30℃, ℓ/m ² h)	60		
MW cutoff	200		
Rejection of NaCl ^a (5)	35		
Maximum pressure(bar)	15-35		
pH range	0-14		
Chlorine tolerance	moderate		
Maximum temperature(℃)	70		

3. 결과 및 고찰

3.1 튜블라형 vs. 스파이럴형의 시간에 따른 투과유량의 거동

2톤에 달하는 머서화폐수를 튜블라형 NF막에 운전압력과 운전온도는 초기 설정후 28.3시간 동안 운전하였다. 초기 1-2시간까지는 막투과량이 약 25 LMH에서 시작하여 4시간에서 20시간까지는 안정화단계로 26시간 이후로는 급격히 막투과유량이 감소하는 경향을 보였다. 이는 온도의 영향에 다른 것으로 생각되며 시스템 설계시 가장 중요 요소로 고려되어야 할 것으로 생각된다.

스파이럴형 NF막으로 운전온도 50℃, 운전압력 20 bar, 초기 막투과유량 33 LMH로 시작하여 1시간후에는 점차 감소하여 5시간에 지난 후에는 약 20 LMH까지 감소함을 보였다. 튜블라형과 막투과유량이 큰 것은 운전온도에 기인하는 것으로 생각된다. 운전온도의 차이가 10℃ 정도로 막 투과유량은 약 2배의 차이가 나는 것을 관찰 할 수 있다.

하지만 튜블라형과 스파이럴형의 막투과거동의 기울기 등은 비슷한 것을 관찰 할 수 있다. 장기시험을 할 경우 스파이럴형이 막오염이 먼저 생길 것으로 예상된다. 하지만 처리용량 등 경제성 개념에서 보면 스파이럴형이 우수할 것이라는 판단이 든다.

3.2 스파이럴형 vs. 튜블라형의 분리막 성능검토 및 가성소다회수를 계산

Table 2에 튜블라형(MPS-34 4040)과 스파이럴형(TM-1228AS) NF막을 이용하여 파일럿규모의 실험을 통해 가성소다의 회수효율 등을 비교하여 나타내었다.

실험에 사용한 시료의 가성소다 농도차이, 실험가동온도, 운전압력의 차이가 있지만 스파이럴형의 막투과유량이 2배 이상이 됨을 관찰할 수 있다. 이는 운전온도 차이에 기인한 것으로 사료된다. 스파이럴을 사용하는 경우 처리용량의 증대, 설치면적의 감소(모듈크기만 단순비교할 경우 약 3.7배), 모듈 및 막구입비의 절약 등을 통해 경제성 있는 시스템을 구성할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 2. Summary of Pilot-Scale NF Membrane Process for Recovery of Caustic Soda

	TM-1228AS	MPS-34 4040
Feed volume(L)	1936	750
Permeate volume(L)	1896	740
Concentrate volume(L)	40	10
Feed quality(%)	4.80	-
Permeate quality(%)	4.72	-
Average membrane flus(L/m ² hr)	13.4	24.1
Operating time(hr)	28.3	5.25
Operating temperature(°C)	22-42	50
Operating pressure(bar)	23-25	20
Volumetric recovery(%)	98	99
Alkali recovery(%)	96	-

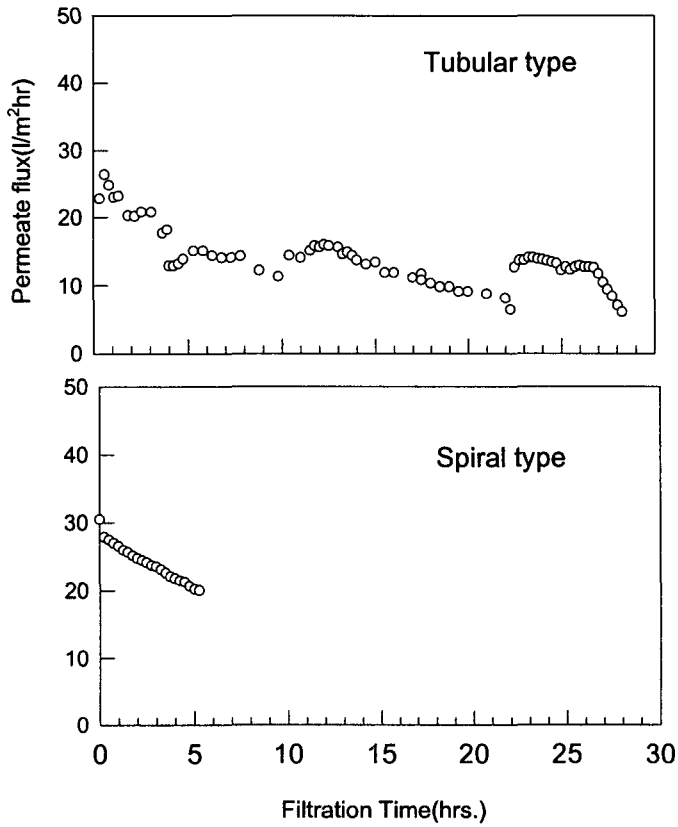


Fig. 1 Comparison of Flux behaviors using Spiral and Tubular Modules in Caustic Soda Recovery from Mercerization Wastewater

5. 참고문헌

1. E. R. Trotman, "Dyeing and Chemical Technology of Textile", Sixth Ed., pp 48-51, John Wiley & Sons, N.Y., 1984.
2. 이진정, Private Communication, 경일염직(주), 대구시 서구 비산염색공단 內, Fax:053-352-7479.