

전자기장 인가형 저전력 탈기 및 고분자 기체분리막을 이용한 암모니아 회수기술 적용 가능성 평가

박준민, 박철

(재)한국건설생활환경시험연구원 건설기술연구센터
e-mail: cheolpark@kcl.re.kr

Evaluation of the applicability of ammonia recovery technology using a low-power stripping device applied with an electromagnetic field and a polymer gas separation membrane

Jun-Min Park, Cheol Park

Construction technology research center, Korea conformity laboratories

요 약

기존 암모니아 회수 기술의 경우 air stripping, 이온교환, RO막 등이 주를 이루며 회수된 암모니아는 대부분 저부가가치의 비료 형태로 활용 계획을 제시하고 있으나, 국내의 경우 토양오염총량제 적용으로 인해 활용도에 제약이 있다. 이에 따라 회수된 암모니아의 고부가가치화를 위한 활용 계획의 제시가 필요하며, 기존 기술 대비 저에너지 소모 및 고순도의 암모니아 회수가 가능한 전자기장 인가형 저전력 암모니아 탈기 공정과 고분자 기체분리막을 이용한 기술 적용 가능성에 대하여 평가하였다.

요하며, 산성/알칼리성 등 용액으로 인한 열화에 따른 상대적으로 짧은 분리막 교체 주기가 우려된다는 점이다.

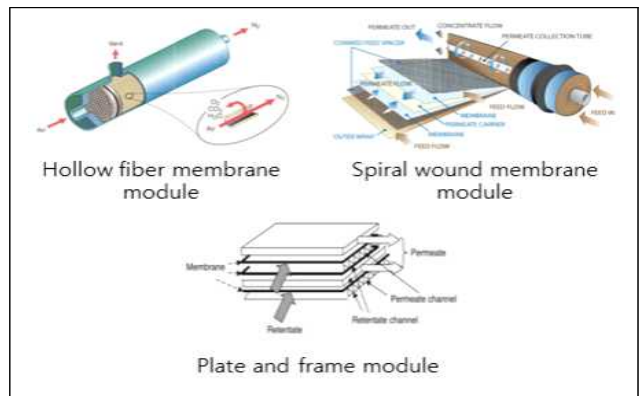
해당 기술의 경우 침지식이 아닌 gas to gas phase, 즉 기체 분리 공정을 적용할 예정이며 이에 따라 fouling 발생이 없고 약품에 의한 분리막 열화 문제는 소재 선정단계에서 해결이 가능할 것으로 판단된다. 아래의 [그림 1]에는 적용 예정 분리막 모듈의 예시에 대하여 나타내었다.

1. 암모니아 고 투과 선택성 분리막 기술

기존 암모니아 회수 기술의 경우 air stripping, 이온교환, RO막 등이 주를 이루고 있으며 ammonium sulphate, MAP(Magnesium ammonium phosphate), DAP(Di-ammonium phosphate) 등의 형태로 회수된다. 회수된 암모니아는 대부분 저부가가치의 비료 형태로 활용 계획을 제시하고 있으나, 국내의 경우 토양오염총량제 적용으로 인해 활용도에는 제약이 있다.

최근 기술의 발달로 인해 고분자 분리막 적용 분야가 확대되는 추세이며, 고분자 분리막의 경우 높은 선택성을 기반으로 고순도의 물질 회수가 가능하고 MBR(Membrane reactor) 공정의 분리막 이외에도 혐기성소화 가스로부터 CH₄ 분리, 고순도 공업용수 제조 시 용존산소 제거용 탈기막 등 그 활용처가 점차 확대되는 추세이다.

암모니아 고 투과 선택성 고분자 분리막의 장점으로는 설치공정이 간단하며 구조상 적은 면적을 차지, 가격 경쟁력 또한 향상 중이며, 자동제어시스템이 가능하고 높은 순도의 물질을 효율적으로 분리가 가능한 점이다. 단점으로는 침지식 분리막 적용 시 fouling 우려로 인해 전처리 공정이 추가로 필



[그림 1] 적용 예정 분리막 모듈(예시)

2. 전자기장 인가형 저전력 암모니아 탈기

[표 1]은 암모니아 회수를 위한 기존 air stripping과 전자기

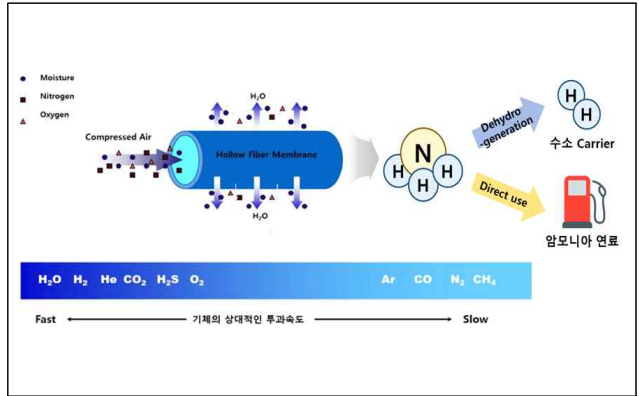
장 인가형 저전력 탈기공정의 운전 조건에 대하여 나타내었다. 기존 암모니아 회수를 위한 air stripping의 경우 에너지가 과다 소모되는 조건으로 알려져 있으며, 개발 대상 기술은 전자기장을 인가하여 짧은 체류시간, 낮은 pH, 적은 공기량을 적용한 암모니아 회수가 가능하다.

[표 1] 암모니아 회수공정 운전 조건 비교

운전 조건	Air stripping ^[1]	전자기장 인가형 저전력 탈기공정 ^[2]
온도(°C)	50~60	50~60
체류시간(일)	3~7	0.5~2
pH	9.5~11	9~10
공기량(L/L)	600~700	100~300
에너지 소모량 (kWh/m ³)	10	6 이하 (기존대비 40%이상 저감)

추후 개발 대상 공정의 최적 운전 조건을 기반으로 전력량 및 후단의 기체분리막 운전 조건 등을 고려하여 적용성 검토를 통한 탄소중립 자원회수 통합공정에서 해당 탈기공정의 반영 여부를 최종적으로 결정할 예정이다. [그림 2]는 적용 예정 공정의 모식도에 대하여 나타내었다.

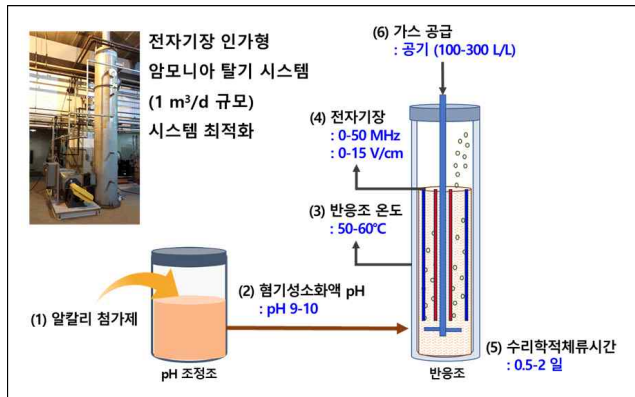
산을 위한 H₂ carrier 매개체로써 green 암모니아를 활용하기 위한 공급/수요/판매처 분석 및 참여 의향 등의 활용 계획을 제시, 마지막으로 탄소중립 대응을 위한 석탄화력발전의 암모니아 혼합 연소 발전 연료로 공급 가능성 확인을 위한 연료 공급업체, 발전소 등 주요 value chain의 참여 의향 조사 등이 있다.



[그림 3] 암모니아 회수자원 활용 계획(안)

4. 결론

현재 우리나라는 물론 국제사회에서는 이산화탄소 배출량을 줄이기 위하여 탈탄소화를 지향, 이로 인한 신재생에너지의 사용 비율이 증가하는 추세이나 신재생에너지는 기후 조건과 같은 주변 환경에 영향을 받기 때문에 그 공급량이 불안정하다는 단점을 가지고 있어 이를 해결하기 위한 Power to Gas(P2G), 즉 잉여전력을 수소로 전환하여 저장하는 시스템이 주목받고 있다. 따라서 본 연구에서 제안한 공정을 통하여 회수한 질소, 즉 암모니아를 수소 carrier로 활용함으로써 수소 산업에 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 활발하게 진행되고 있는 암모니아 연료 시장에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 2] 적용 예정 전자기장 인가형 탈기공정 모식도(안)

3. 암모니아 고부가가치화를 위한 활용 계획

앞서 언급한 바와 같이, 현재까지 진행된 연구 또는 현장 실증 등을 통해 회수된 암모니아는 대부분 비료로써 활용되어왔다. 본 연구에서는 회수된 자원의 고부가가치화를 위해 다음과 같이 요소수, H₂ gas carrier, 암모니아 혼합 연소 발전 등의 활용 계획을 제시하고자 한다.

활용 자원의 경우 순도 99% 이상의 회수된 암모니아를 대상으로 하며, 첫 번째로 자동차 배기가스 촉매제(요소수) 위탁 시험생산 및 품질기준 만족 여부 검증, 다음으로 수소 생

참고문헌

- [1] Errico, "Treatment costs of ammonia recovery from biogas digestate by air stripping analyzed by process simulation", Clean Technol. Environ. Policy, 20(7), pp. 1479-1489, 2018.
- [2] 대한환경공학회, "가축분뇨공공처리시설 질소·인 회수공정 도입방안 연구", 환경부 최종보고서, 5월, 2021년.

사사

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 에너지·자원 회수형 고농도 하·폐수처리공정 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다.(2022003600002)