

삼중수소수 처리를 위한 전기분해-촉매교환 결합공정 모델링

김광락, 안도희, 백승우, 이민수, 임성팔, 정홍석
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

삼중수소수 오염처리의 선행공정으로 적합한 전기분해-촉매교환 결합공정(CECE process)은 수소동위원소 산화물의 수소화 전환을 위한 전해셀과 다단 액상촉매 교환탑으로 이루어진 탈삼중수소 공정이다(그림 1). 촉매탑은 수소 흐름에 수증기를 동반하도록 하는 친수층과 수증기-수소간의 수소동위원소 교환반응을 유도하는 촉매층으로 구분되며, 탑 상부에는 수소의 산화 반응기 그리고 하부에는 물의 수소화 전해셀로 구성되어 있다(그림 2). 본 연구에서는 CECE 공정 설계와 최적 운전조건 도출과 관련된 공정 변수들의 영향을 알기 위해 모델링 및 모사시험을 수행하였다. 모델은 각 친수층에서의 기-액 평형을 Bubble point 방법으로 조성 및 온도를 구하고, 각 촉매층으로 유입된 수소흐름과 동반된 수증기 흐름과의 촉매반응 평형조성을 만족하면서 주어진 각 친수층 경계에서 삼중대각행렬의 연립 선형식으로 표현되는 물질수지식을 설정할 수 있었다. 전체적으로 친수층에서의 액상 조성들을 독립변수로 구성되는 비선형 연립식들의 해를 안정된 수렴을 확보하는 Modified Newton-Raphson 계산기법으로 구할 수 있었다. 주어진 삼중수소수의 처리급수 유량에서의 환류비와 분리탑내 수소 및 수증기 유량은 탈삼중수소 분리성능에 영향을 주는 주요 인자임이 확인되었고, 수소 유량 증가는 분리계수 상승효과를 가져올 수 있으나 전해셀의 처리 용량이나 효율에 좌우됨을 알 수 있었다. 또한 이 모델은 친수층과 촉매층으로 구분된 분리형 및 구분되지 않는 적하층형 반응탑 둘다 적용가능함을 알 수 있었고, 탈삼중수소 반응탑에 소요되는 다단탑의 단수, 최적운전조건 (온도, 압력, 수소유량 등) 그리고 운전중 반응탑의 효율을 결정할 수 있는 용도로 활용될 것이다.

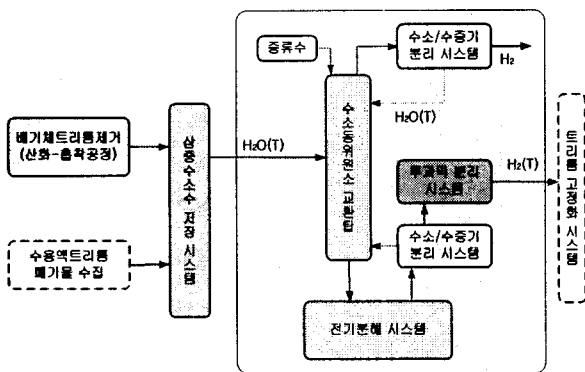


그림 1. 트리튬 오염 처리공정

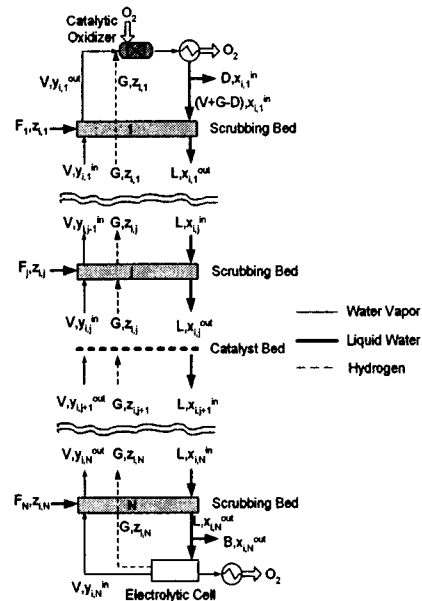


그림 2. 전기분해-촉매교환 결합공정의 다단 모델