

삼중수소 산화 배기체 처리를 위한 CO₂ 동반 수증기 흡착시험

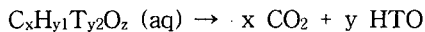
김광락, 이민수, 백승우, 안도희, 임성팔, 정홍석, 심명화*

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

*과학기술연합대학원대학교, 대전광역시 유성구 어은동 52번지

krkim1@kaeri.re.kr

삼중수소가 유기적으로 결합된 화합물(C_xH_y1T_{y2}O_z)은 삼중수소가 결합된 물의 형태(HTO)보다 방사성 물질의 연간섭취한도, 유도공기중농도 및 배기/배수중의 배출관리기준이 더 엄격한 것으로 분류되고 있다. 국내 방사선방호등에 관한 기준에 트리튬폐기물의 종류에 유기상 트리튬 폐기물이 포함되어 있으나 이에 대한 처리기술이 결실한 실정이다. 삼중수소화 유기상 폐기물은 처리가 용이한 트리튬 산화물 형태로 전환하는 산화공정이 선행되며, 후속 공정으로 흡착 회수하여 수소-물 교환 촉매반응 등으로 처리된다. 유기적으로 결합된 삼중수소 화합물은 촉매 존재 하의 고온에서 효과적으로 분해할 수 있다. 이 공정에서는 아래 반응식과 같이 삼중수소가 결합된 가연성 유기물이 분해되어 이산화탄소(CO₂)와 삼중수소 산화물(HTO)이 주 생성물로 발생된다.



이것은 저준위 방사성폐기물로 처분되거나 처리기술이 확립된 후속공정으로 트리튬의 회수가 가능하여 소각공정보다 잇점이 있다.

수소가 삼중수소로 치환된 수증기의 흡착 제염에서 광범위하게 사용되는 합성 제올라이트는 높은 흡수율을 나타내고, 열적 안정성이 우수하여 고온에서 물리 흡착된 모든 수분을 탈착시킬 수 있으므로 재생 사용이 가능하다. 합성 제올라이트는 높은 온도와 낮은 습도 분위기에서 우수한 흡착용량을 보여주고, 온도와 수증기압에 대한 의존성이 비교적 적기 때문에 안정적인 흡착 제염제로 사용된다.

본 연구에서는 흡착제의 동적 흡착성능을 알기 위해 관류형 파과특성을 시험할 수 있는 시험장치를 구축하였다. 이산화탄소가 동반된 모의 삼중수소 산화 배기체를 molecular sieve 13X 고정층을 통과시켜 동적 흡착시험 및 제염 효율성을 평가하였다.

흡착 시험은 15~35℃에서 carrier 공기흐름의 상대습도가 20~80% (Figure 1)로 변하도록 습분의 양과 같은 물수의 이산화탄소 유량을 조절하여 흡착탑에 통과시켰다. 출구 노점변화를 관찰하여 흡착능력이 종료되는 파과점까지 흡수된 수분량을 이용하여 동적 흡착성능을 평가하였다. 파과 거동은 이산화탄소가 동반된 경우 출구 노점이 높게 나타났으며 파과점에 이르는 시간이 지연되는 거동을 나타내었다(Figure 2). 이산화탄소의 동반은 동일한 습도 조건에서 시험된 흡착제의 동적 흡착성능에 미치는 영향은 미미했으나 제염효율 저하를 가져올 수 있음이 확인되었다.

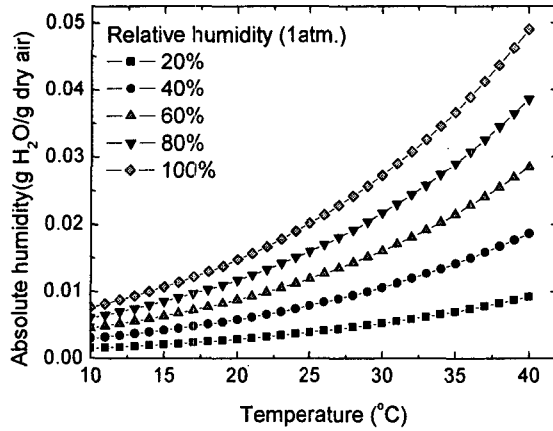


Figure 1. Temperature, relative humidity, and absolute humidity relationships. (Each line on the figure represents a different relative humidity and shows the absolute humidity as it varies with temperature)

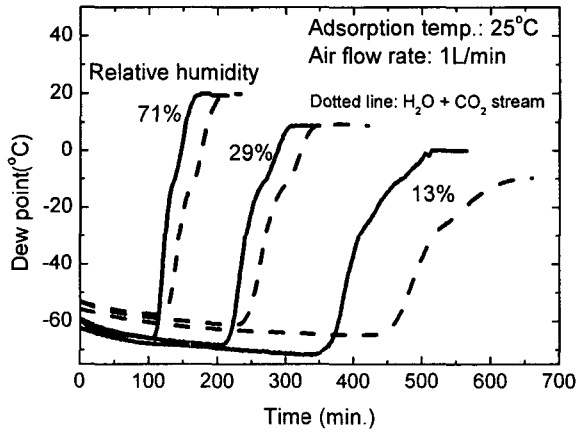


Figure 2. Adsorption process in the zeolite 13X sorbent bed with 1.6mm pellets.

감사의 글: 본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음.