

수소충전소용 20Nm³/h급 고순도 수소 제조 장치 개발 연구

서동주, 주국택, 정운호, 박상호, 윤왕래*
한국에너지기술연구원
(wlyoon@kier.re.kr*)

수소 충전소는 연료전지 자동차 운행에 필수적인 수소 공급 인프라이다. 보급 실증 단계의 수소 충전소는 연료전지 자동차 운영 규모에 적합한 용량의 현장생산형 수소 제조 장치를 주로 채택하고 있다. 단기적으로는 중소규모의(20~100 Nm³/h) 고순도 수소 제조 장치가 필요하며 중장기 적으로 연료전지 자동차 보급 확대에 따라 상용 규모의 수소충전소는 300Nm³/h 정도의 수소 제조 장치가 필요할 것으로 예측하고 있다. 본 연구에서는 천연가스 수증기 개질 시스템과 압력 변동 흡착(PSA) 시스템을 연계하여 단일 스킴 타입의 고순도 수소 제조 장치를 개발하였다. 개발된 천연가스 수증기 개질 시스템은 상압 조건에서 운전되고 수증기 개질 반응기(SMR)와 수성가스 전이 반응기(WGS)를 연계하여 구성하였다. 개질 온도 755 °C에서 메탄 전환율은 91.5%를 달성하였으며 개질 가스는 H₂ 78.26%, CO 1.43%, CO₂ 18.49%, CH₄ 1.85%의 조성을 나타내었다. 생산된 개질 가스를 정제하기 위하여 PSA를 사용하였으며 개질 가스 압축기를 통해 0.97 MPa까지 승압하여 PSA로 공급하였다. PSA에서 정제된 제품 수소는 생산량 21.1 Nm³/h, 수소 순도 99.999%를 달성하였고 제품 수소 내 불순물은 CO 3.66 ppmv, CH₄ 8.2 ppmv, CO₂ 19.8 ppmv로 분석되었다. PSA 공정에서 미회수된 수소, 메탄 및 일산화탄소는 수증기 개질 반응기 가열을 위한 버너 연료로 사용하여 60% 이상의 고순도 수소 제조 효율을 달성하였다.