

개질기용 증발기 형상이 열교환 특성에 미치는 영향

The Effects of the Evaporator Shape on the Heat Transfer Characteristics of Reformer

*서호철¹, 김규준¹, 노형철¹, 박경석²

*#H. C. Suh(hcsuh@sjku.co.kr)¹, K. J. Kim¹, H. C. Noh¹, K. S. Park²

¹세종공업(주), ²경희대학교 기계공학과

Key words : Steam reformer, Evaporator, Heat transfer, Hydrocarbon

1. 서론

최근 연료전지용 개질기에 대한 연구는 활발히 진행되고 있으며 마이크로 개질기에 대한 제작 및 성능평가¹⁾, 개질기의 열유속에 대한 수치해석²⁾, 유로 채널 성형시 정밀도 평가³⁾, 연료전지 시스템의 열역학적 성능 해석⁴⁾ 등의 연구가 보고 되고 있다. 그러나 개질기는 연료 효율과 장치 성능을 높이기 위해 증발기를 추가적으로 구비할 필요가 있는데 이에 본 연구에서는 개질기를 소형화하기 위한 증발기 형상의 단순화 모델을 수치 해석을 통해 제안하고 실험을 통해 증발기 형상에 따른 열교환 특성을 고찰하고자 한다.

2. 이론

증발기 내부유체의 유동에 대한 수치 계산은 3 차원 정상상태로 가정하여 수행 되었으며 내부 유동장의 수치해를 얻기 위해 standard k-ε 난류 모델을 적용하였다.

200W 급 스팀리포머 작동조건을 모사하여 Table 1 과 같이 스팀리포머 증발기에 고열원 Heat Source 가스 유량 조건이 주어졌을 때 저열원으로 공급되는 스팀 리포밍을 위한 물과 공기로 전달되는 열전달량을 도출할 수 있었다.

Table 1 Experimental conditions of heat source

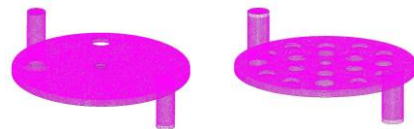
	Case 1	Case 2	Case 3
High Temperature Heat Source Air Flow Rate[lpm]	30	30	30
Low Temperature Heat Source Air Flow Rate[sccm]	500	500	500
Low Temperature Heat Source Water Flow Rate[sccm]	1.0	2.0	3.0

3. 수치해석

3.1 해석모델 및 경계조건

스팀리포머의 증발기 열적 특성을 분석하기 위하여 적용된 해석모델은 Fig. 1 과 같은 형상을 나타낸다. 저열원 디스크와 고열원 디스크의 복수 평판형 플레이트가 일정한 간격으로 이격되어 구성된 Base 모델과 열교환 성능 증대를 위해 Mesh 등의 유동 저항체가 플레이트 사이에 적용된 모델의 형상은 Fig. 1(a)와 같다. 조립 단순화 및 열교환 성능 향상을 위해 엠보싱 형상을 적용한 모델의 형상은 Fig. 1(b)와 같다.

유동장 해석에 사용된 경계조건은 저열원과 고열원에 각각의 유체에 대하여 공급유량과 온도를 설정하였다.



(a)Base/Mesh Model (b)Embossing Model

Fig. 1 A grid system of the steam reformer evaporator

3.2 해석 결과

Fig. 2 는 수치해석 결과 증발기 중심에서 축방향으로 단면의 온도분포를 나타낸 것이다. Base model 의 경우 입·출구의 온도차는 87K 이 계산되었으며 Embossing model 의 경우 입·출구의 온도차는 157K 이 계산되었다. Mesh mode 1 의 경우 입·출구의 온도차는 168K 이 계산되었다.

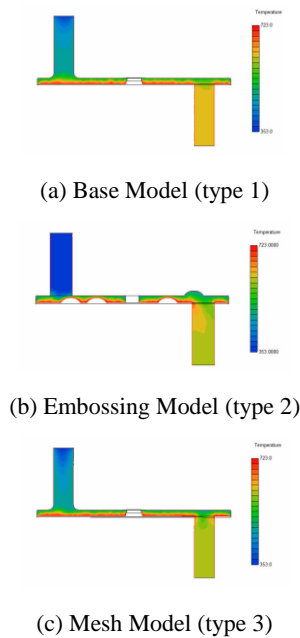


Fig. 2 The temperature distribution of a longitudinal cross section

4. 실험 장치

4.1 실험 장치

스팀리포머용 증발기 형상에 따른 열교환 특성을 고찰하기 위하여 성능 평가 장치는 Fig. 3 과 같이 구성하였으며 신뢰성 확보를 위하여 고열원의 가스 유량 및 온도는 MFC 와 1kW 가스 프리 히터를 적용하였다.

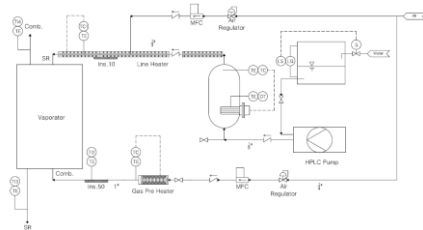


Fig. 3 Experimental set up for evaporator performance test

4.2 실험 결과

Fig. 4 는 수치해석을 통해 얻은 저열원측 열전달량과 실험을 통해 얻은 열전달량을 나타낸 것이다. 증발기 내부형상이 Embossing

model 인 경우 열전달량은 SR Water 유량이 1sccm 인 경우 약 37W 가 측정되었으며, 저열원측 Water 유량이 3sccm 인 경우 약 79W 가 측정되었다.

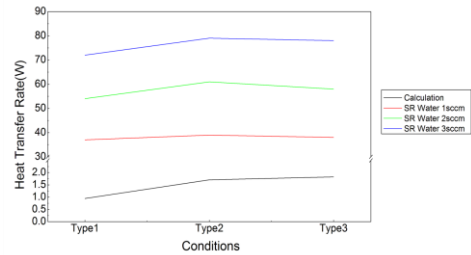


Fig. 4 Heat transfer rate of low temperature heat source for evaporator

5. 결론

열전달 특성 평가 결과 플레이트 단면적을 증대시킨 Embossing Model 의 경우 Base Model 대비 수치해석에서는 약 90% 이상의 열전달 개선 효과가 나타났으며 실험 평가에서는 약 10%의 열전달 개선 효과를 나타내었다.

참고문헌

1. 이홍렬, 길재형, 김성환, 하지원, 장재혁, “수소개질형 연료전지용 마이크로 개질기의 제작 및 성능분석”, 한국정밀공학회 춘계학술대회, 531~532, 2006
2. Bong-Hyang Bae, Jeong L.Sohn, Sung Tack Ro, “Thermodynamic Performance Analysis of the Solid Oxide Fuel Cell System Including Reformer”, Proceeding of KSME2002 Fall Annual Meeting, pp.2412~2416, 2002
3. Sungkwang Lim, Joongmyeon Bae, Sukwoo Nam, “Study on Basic Characteristics of Natural Gas Autothermal Reformer for Fuel Cell Applications”, KSME Journal Vol. 30, No. 9, pp.850~857, 2006
4. Joonguen Park, Shinku Lee, Joongmyeon Bae, Myoungjun Kim, Numerical Study on the Performance and the Heat Flux of a Coaxial Cylindrical Steam Reformer for Hydrogen Production”, KSME Journal Vol. 33, No. 9, pp.709~717, 2009