

원형핀-원형관 열교환기의 자연대류 열전달 성능

강 희 찬[†], 장 현 순^{*}, 홍 차 근^{*}

군산대학교 기계공학과, 군산대학교 대학원*

Natural Convection Performance of Circular-finned Tube Heat Exchanger

Hie Chan Kang[†], Hyeon Soon Jang^{*}, Cha Kun Hong^{*}

Department of Mechanical Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

*Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Kunsan National University

요 약

원형핀-관 열교환기는 산업기기, 발전소, 식품, 농축산 분야에 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 수치계산을 통하여 원형핀-원형관 열교환기의 자연대류 열전달 성능에 대한 정량적 자료 축적하고 종전 Morgan, Lienhard, Yovanovich⁽¹⁾ 상관관계식의 적용 여부를 확인하였다.

Yovanovich는 잠긴 물체의 전체표면적의 제곱근을 대표길이로 정의하고 Pr > 0.7 인 경우 3차 원형상에 대하여 실험식을 제공하였다.

$$Nu = 3.47 + 0.51Ra^{1/4} \quad (1)$$

본 연구대상 원형핀-원형관 열교환기의 형상은 Fig. 1과 같다. 본 연구의 열교환기는 구리이고 작동유체는 공기이다. 수치계산은 상용코드인 CFX 10을 이용하여 계산을 수행하였다. 계산 조건은 정상상태, 자연대류, 층류유동으로 하고 유동장과 온도장을 계산하였다.

수치해석의 타당성 검증을 위하여 수평 원형관에 대하여 격자를 생성하고 계산을 수행하였다. 본 수치계산 결과는 Churchill과 Chu의 상관식보다 평균 19%, Morgan의 상관식보다 평균 10% 높게 나타났다.

Fig. 2는 원형핀-원형관 열교환기에서 수치계산 결과를 Yovanovich의 상관식과 비교한 결과 Nusselt수를 평균 3.2배 상향 예측함을 보이고 있다. 원형핀-원형관에 대한 수치계산 결과는 $Nu = 0.25Ra^{0.235}$ 로서, Nusselt수의 Rayleigh 수에 대한 기울기(Ra 수에 대한 지수)는 Yovanovich의 상관식의 기울기(1/4)와 거의 같았다.

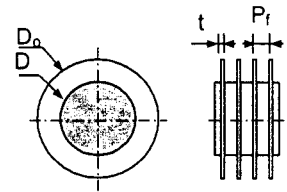


Fig. 1. Geometry of circular finned -tube heat exchanger studied in the present work.

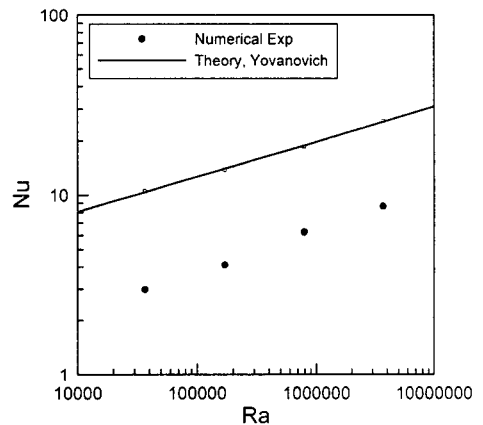


Fig. 2. Comparison of Nu for the circular finned tube heat exchanger

1. M. M. Yovanovich, On the Effect of Shape, Aspect Ratio and Orientation upon Natural Convection from Isothermal Bodies of Complex Shape, ASME HTD-Vol. 82, 1987, pp. 121-129.