

Fin 형상에 따른 냉각수 가열 히터 성능 변화에 대한 해석적 연구

임택규*, 이호성*, 김지민*, 전한별*, 심승규**, 송종욱**, 김광섭**, 유지선**

*한국자동차연구원 열제어연구센터

**동아중앙연구소

e-mail:tklim@katech.re.kr

Analysis on performance of coolant heater according to fin shape

Taek-Kyu Lim*, Ho-Seong Lee*, Ji-Min Kim*, Han-Byeol Jeon*, Seung-Kyu Shim**,
Jong-Wook Song**, Kwang-Seop Kim**, Ji-Seon Yu**

*Thermal Management R&D Center, Korea Automotive Technology Institute

**Dong-Ah R&D Center

요약

전기자동차용 배터리의 내구성 및 성능 확보를 위해 배터리의 온도를 관리하는 것은 중요하다. 특히 겨울철 낮은 온도는 배터리의 용량을 저하시켜 주행거리 감소를 야기하기에 배터리의 온도를 높이기 위해 냉각수를 가열하여 배터리 온도를 관리한다. 냉각수를 가열하기 위한 히터는 발열체로부터 냉각수로의 열교환이 잘 이루어져야 하며 같은 발열량으로 많은 열교환을 하는 히터가 효율이 높다. 또한 히터는 냉각수 흐름에 따른 차압도 낮게 유지되어야 한다. 이는 냉각수 유동 시스템의 전력소모를 줄여 전기차의 주행거리 감소를 줄일 수 있기 때문이다. 본 논문에서는 면상 발열 히터에 적용되는 두종류의 Fin 구조에 따라 히터에 유입되는 냉각수의 차압의 변화와 냉각수의 온도 변화를 관찰하였으며, 모든 해석은 외기와의 열전달은 없으며 대기압 조건에서 실행되었다.

해석 모델은 냉각수와 맞닿아 열전달을 수행하는 Fin의 구조에 따라 그림 3과 같이 두가지 모델로 구분된다.

1. 해석 모델

면상 발열 히터는 그림 1과 같이 냉각수의 입출구와 냉각수를 가열할 수 있는 발열체와 열전달을 위한 부품들로 구성되어 있다. 면상 발열 히터는 그림 2와 같이 발열체가 위치한 플레이트와 Fin을 통해 냉각수로 열을 전달하는 구조이다.

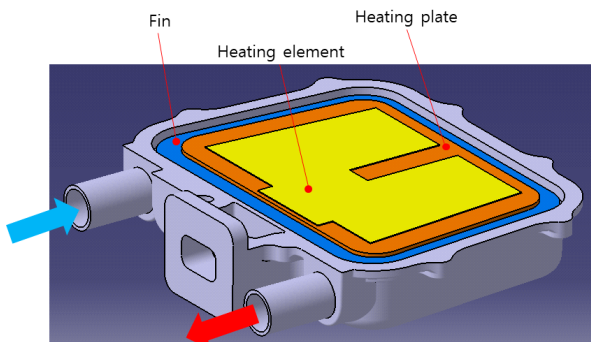
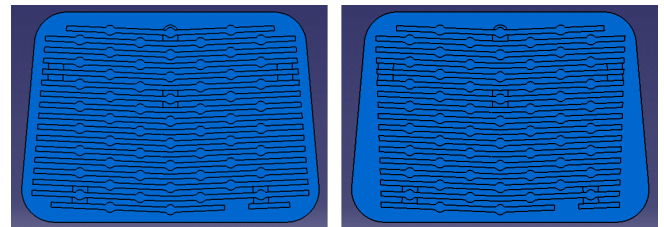


그림 1 면상 발열 히터 해석 모델



그림 2 면상 발열 히터 열전달 구조



(a) 기본모델 (b) 수정모델
그림 3 해석모델

기본모델은 냉각수 유입부와 토출부의 면적과 후단의 면적이 동일한 형상이며 수정모델은 유입부와 토출부로부터 후단으로 갈수록 면적이 줄어드는 형상으로 설계되었다.

2. 히터 열유동해석

2.1 해석조건

냉각수 유입온도 0 °C, 냉각수 유량 10 lpm, 히터 소비전력 2 kW의 조건으로 해석을 수행하였으며 외부와의 열교환은 없다.

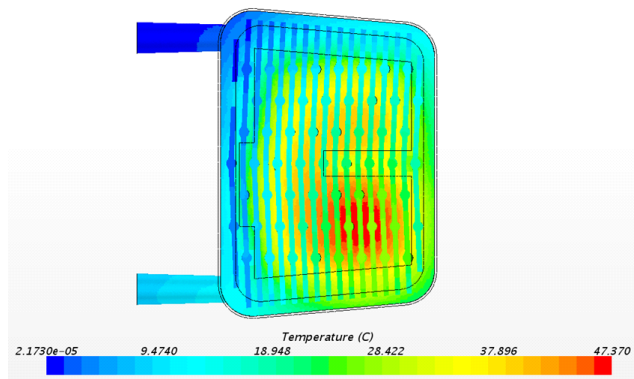
Physical properties	Al	EG50
Density[kg/m ³]	2702.0	1089.6
Specific heat[J/kg·K]	903.0	3240.45
Thermal conductivity[W/m·K]	237.0	0.41065
Dynamic viscosity[Pa·s]		0.00898

표 1 해석에 사용된 물성치

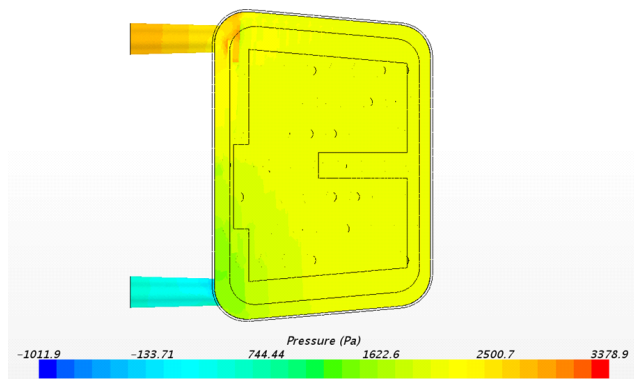
2.2 해석결과

히터의 해석 결과 기본모델의 냉각수에서 나타난 최대온도는 47.37 °C이며, 냉각수 입출구의 차압은 2,312 Pa로 나타났으며, 수정모델의 냉각수에서 나타난 최대온도는 35.208 °C이며, 냉각수 입출구의 차압은 1,600 Pa로 나타났다.

온도 분포 형상을 보면 기본모델은 유입부와 토출부와 가까운 부분의 온도가 가장 낮으며 온도가 낮은 부위와 높은 부위의 경계가 수정모델에 비해 뚜렷하게 나타나는 것을 볼 수 있는 반면 수정모델은 발열부위 대체적으로 온도가 고르게 나타나는 것을 볼 수 있다.

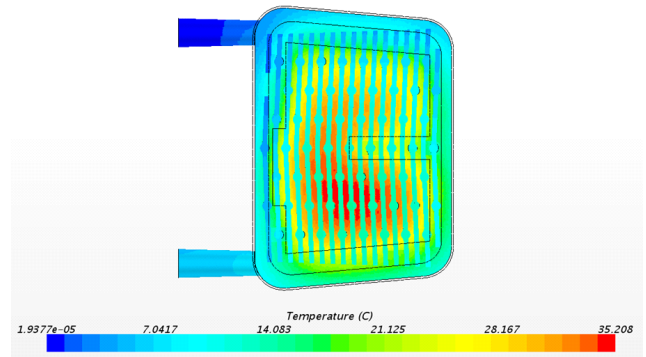


(a) 냉각수 온도분포

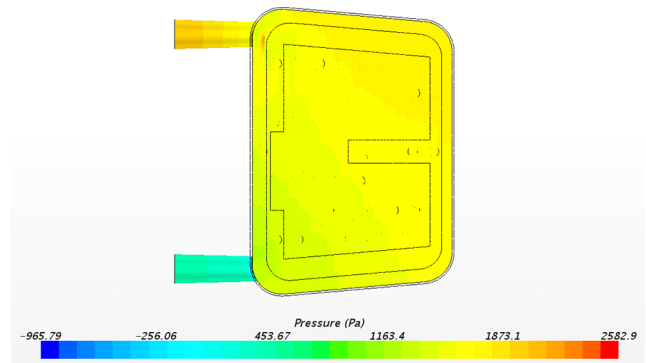


(b) 냉각수 압력분포

그림 5 기본모델 해석결과



(a) 냉각수 온도분포



(b) 냉각수 압력분포

그림 6 수정모델 해석결과

참고문헌

- [1] 배석정, “전기자동차용 6kW급 CNT 히터의 내열 구조강도 해석 설계”, 2021한국자동차공학회 춘계학술대회
- [2] 김준현, “실버-페이스트의 스크린 인쇄공정을 적용한 인공위성용 필름 히터의 열전달 성능해석”, 한국생산제조학회지, Vol.30, No.6, pp. 495-504, 12월, 2021년.
- [3] 김준현, “폴리이미드 절연체 구조의 EM급 패치 히터에 대한 열전달 특성 해석”, 한국생산제조학회지, Vol.30, No.3, pp. 224-232, 6월, 2021년.
- [4] 이준원, “전기-열 연성해석을 통한 중공형 CNT 필름히터 형상 최적화 연구”, 2020대한기계학회 춘추학술대회, pp. 1446-1447, 12월

후기

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업(시장자립형 3세대 xEV산업육성 사업, 과제번호: 20011622)의 지원에 의하여 수행되었음.