

K형열전대와 MAX6675를 리용한 로온도 측정에서 랭점온도보정방법

최경수, 주영삼

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《기계공학, 금속공학, 열공학, 재료공학을 비롯한 중요부문 기술공학들을 빨리 발전 시키고 그 성과를 여러 경제부문에 적극 받아들여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 40페이지)

K형열전대로 온도를 측정하는 경우에는 전용열전대신호처리소자 MAX6675의 온도보정기능을 리용하였다.[1, 2] 이것의 결함은 높은 온도를 측정할 때 수감부와 측정장치가 멀리 떨어져있는 경우 처리소자가 설치되어있는 기관의 온도와 수감부랭점의 온도가 크게 차이나는것으로 하여 오차가 상당히 큰것이다.

우리는 로온도측정에서 온도수감부로서 K형열전대를, 신호처리소자로서 MAX6675를 리용하는 경우 온도보정방법을 새롭게 제안하고 실천에서 나서는 기술공학적문제들을 해결함으로써 온도측정정확도를 높이도록 하였다.

MAX6675는 내부에 증폭, 선형성보정, 온도보정, AD변환, SPI통신 등의 기능을 내장하고있는 전용K형열전대신호처리소자이다. MAX6675내부에는 열전대의 랭점온도를 측정하기 위한 온도수감부가 있다.

열전대수감부에서 출력되는 열기전력 V 는 MAX6675가 측정하는 전압으로서 다음과 같다.

$$V = k(t - t_0) \quad (1)$$

여기서 t 는 열점의 온도로서 측정점의 온도이고 t_0 은 랭점온도이다. 그러나 MAX6675내부의 랭점측정용온도수감부가 측정하는 온도는 랭점온도 t_0 이 아니라 t_1 이므로 MAX6675가 출력하는 온도는 다음과 같다.

$$t_2 = \frac{1}{k}V + t_1 \quad (2)$$

즉 온도측정값이 항상 $t - t_2 = t_0 - t_1$ 만큼 작게 나타난다. 여기서 t 는 측정점의 실지온도이고 t_2 는 측정온도이다. 이로부터 실지온도 t 는 다음과 같다.

$$t = t_2 + (t_0 - t_1) \quad (3)$$

여기서 t_2 는 MAX6675가 출력하는 값으로서 알고있는 값이고 t_1 은 MAX6675가 측정하는 온도이지만 소자내부에서만 리용하기때문에 알수 없다. 온도 t_1 은 지능형온도수감부 DS18B20으로 측정하였다. 랭점의 온도 t_0 은 표준온도계로 측정하였다.

MAX6675로 측정되는 로온도에 따르는 랭점의 온도변화는 그림 1과 같다.

랭점의 온도는 로벽의 두께, 로내부에 로출된 수감부의 길이, 로밖의 온도와 통풍조건에 관계된다.

MAX6675의 온도가 30℃이고 열전대랭점의 온도가 그림 1과 같이 변할 때 로의 온도는 다음과 같다.

$$t = 1.5t_2 - 25 \quad (4)$$

MAX6675가 측정하는 온도와 로의 온도변화를 측정한 실험곡선(그림 2)을 4차다항식으로 보간하면 다음과 같다.

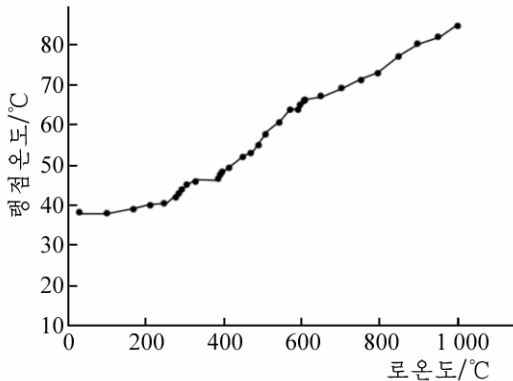


그림 1. MAX6675로 측정되는 로온도에 따르는 열전대의 온도변화(MAX6675의 온도 30℃)

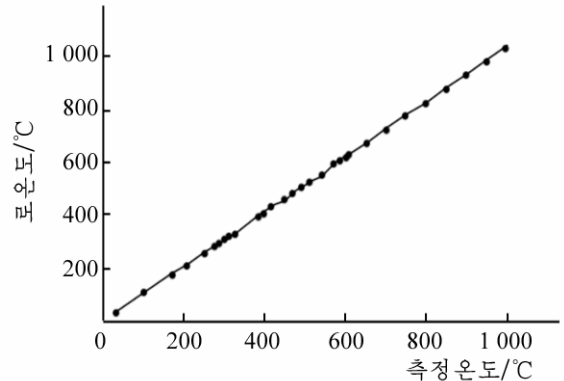


그림 2. MAX6675가 측정하는 온도와 로의 온도변화를 측정한 실험곡선

$$t = 1.2818 \cdot 10^{-10} \cdot t_2^4 - 3.1054 \cdot 10^{-7} \cdot t_2^3 + 2.5994 \cdot 10^{-4} \cdot t_2^2 + 9.5931 \cdot 10^{-1} \cdot t_2 + 1.4392 \quad (5)$$

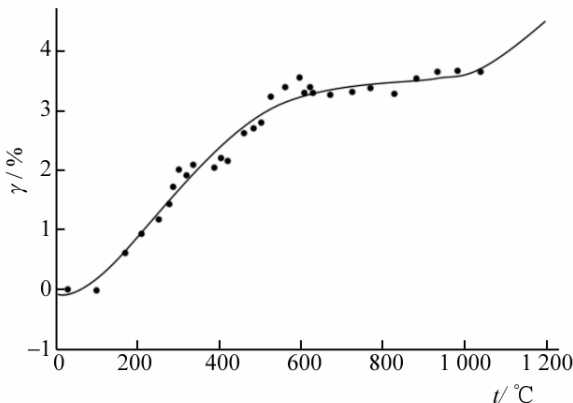


그림 3. 로온도와 정확도증가률 χ 사이의 관계

식 (4)와 (5)로부터 구한 온도차의 최대값은 2.0℃, 최소값은 0.1℃, 평균2제곱오차는 0.8℃이다. 우리가 설계한 로의 온도조종오차가 $\pm 2\%$ 일 때 최소절대오차가 100℃에서 $\pm 2^\circ\text{C}$, 1 000℃에서 $\pm 20^\circ\text{C}$ 이므로 측정값은 오차범위에 들어간다.

로온도와 정확도증가률 χ 사이의 관계는 그림 3과 같다.

로온도측정정확도증가률은 온도가 증가함에 따라 증가한다.

온도를 보정한 결과 온도측정범위는 0 ~ 1 000℃에서 0 ~ 1 060℃로 확장되고 측정

정확도증가률은 1 000℃에서 3.7%이다.

맺는 말

K형열전대와 전용열전대신호처리소자 MAX6675를 리용하는 경우 온도보정원리를 과학적으로 밝히고 온도보정실험을 위한 기술적문제들을 해결하였다. 로벽의 두께가 20cm, 로내부에 로출된 수감부길이가 10cm일 때 온도보정후의 온도측정범위는 0 ~ 1 060℃이고 측정정확도증가률은 3.7%이다.

참 고 문 헌

- [1] 刘小群; 热加工工艺, 15, 42, 170, 2013.
- [2] 焦龙飞; 微型机与应用, 14, 32, 21, 2013.

주체107(2018)년 12월 5일 원고접수

Method for Temperature Compensation of Cold Point in Measuring Temperature of Furnace by K-Thermocouple and MAX6675

Choe Kyong Su, Ju Yong Sam

We explained a temperature compensation principle in case of using K-thermocouple and the special integrated circuit MAX6675 and solved the technical problems for temperature compensation.

Key words: K-thermocouple, temperature compensation