

Wpływ ustawień emisyjności w termometrze bezdotykowym na wynik pomiaru temperatury

Michał Grymowicz

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, ul. Stanisława Konarskiego 18, 44-100 Gliwice

Streszczenie: W artykule omówiono badanie wpływu ustawień emisyjności cieplnej dla wybranego termometru bezkontaktowego (pirometru) na odczyt temperatury i błąd pomiaru. Podano w nim, jak na podstawie własnych badań sprawdzono właściwości wybranego pirometru pod tym względem. Zbadano różne materiały, określono ich emisyjność i zmierzono temperaturę bezkontaktową, a także za pomocą termopary. Wyniki pomiarów przedstawiono w postaci tabeli.

Słowa kluczowe: pirometr, bezkontaktowy pomiar temperatury, emisyjność

1. Wprowadzenie

Temperatura jest wielkością fizyczną wpływającą na zjawiska fizyczne, procesy fizjologiczne, technologiczne i ciepłe [1]. Stanowi jeden z najważniejszych parametrów badań naukowych. Kontrola temperatury gwarantuje bezpieczne użytkowanie wszelkich urządzeń i aparatury. Dokładny pomiar temperatury, a niekiedy jej stałość ma zasadniczy wpływ na wyniki prowadzonych badań. Miarą temperatury może być każdy parametr ciała zmieniający swoją wartość w funkcji temperatury. Ogólnie znane i powszechnie stosowane są pomiary temperatury za pomocą termometrów rtęciowych, termoelementów, termometrów oporowych i manometrycznych. Wymienione przyrządy mają szereg wad – mogą być stosowane tylko w wąskim zakresie pomiarowym, nieprzekraczającym zwykle 1200 °C.

Przyrządami pozbawionymi wymienionych wad są pirometry i kamery termowizyjne. Są one przystosowane do bezstykowego pomiaru temperatury. W pirometrach i kamerach termowizyjnych temperaturę wyznacza się na podstawie promieniowania temperaturowego wysyłanego przez badany obiekt, zarówno w zakresie promieniowania jak i części promieniowania podczerwonego. Pirometry i kamery termowizyjne mają szereg zalet, które kwalifikują je do grupy przyrządów uniwersalnych – nie wprowadzają zakłóceń w mierzone pole temperaturowe, mogą być stosowane do nieograniczonej wysokiej temperatury, do pomiarów płomieni i gazów. Mają małą bez-

władność cieplną, dużą dokładność, a sygnał otrzymywany z tych urządzeń jest zazwyczaj przystosowany do współpracy z układami rejestracji, sterowania i automatyzacji procesów technologicznych [2].

2. Cel badań

W pomiarach bezstykowych temperatury stosuje się pomiar promieniowania cieplnego generowanego przez badany obiekt. Każde ciało ma charakterystyczną zdolność do emisji takiego promieniowania. Można określić parametr opisujący to zjawisko jako względną zdolność emisyjną [3–5]. Jest to zależność między promieniowaniem ciała doskonale czarnego i badanego ciała. Ciało doskonale czarne ma największą zdolność emisyjną. Parametr względnej zdolności emisyjnej przyjmuje wartości od 0 (dla ciała, które praktycznie nie generuje promieniowania) do 1 (dla ciała doskonale czarnego, które promieniuje maksymalną wartość). Opisuje on emisję cieplną danego obiektu. Jest ustawiany w kamerach termowizyjnych oraz w niektórych termometrach bezkontaktowych i wpływa znacząco na wynik pomiaru temperatury. Jeżeli zostanie niewłaściwie dobrany, spowoduje powstanie błędu pomiaru temperatury. Należy go wówczas uwzględnić.

Emisyjność to cecha danego materiału, a w szczególności struktury jego powierzchni. Istnieją powszechnie dostępne tabele, w których zawarto orientacyjne wartości względnej zdolności emisyjnej [6–9]. W wielu termometrach bezkontaktowych jest on ustalony sztywno jako 0,95. Wynika to z faktu, że najwięcej materiałów ma właśnie taką emisyjność.

Celem badań było przeprowadzenie pomiarów, które umożliwiłyby sprawdzenie, jak ustawienie emisyjności w termometrze bezkontaktowym wpłynie na wartość odczytu temperatury.

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów temperatury powierzchni obiektów wykonanych z różnych materiałów zrealizowane za pomocą termometru bezkontaktowego oraz ich porównanie z wynikami uzyskanymi na drodze pomiaru za pomocą termopary. Zastosowany termometr umożliwił ustawienie emisyjności w zakresie od 0,1 do 1 z rozdzielczością 0,1.

Autor korespondujący:

Michał Grymowicz, mocromy@gmail.com

Artykuł recenzowany

nadesłany 18.04.2016 r., przyjęty do druku 30.05.2016 r.



Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0

Tabela 1. Wpływ ustawień emisyjności na odczyt temperatury w termometrze bezkontaktowym (pirometrze)

Table 1. Influence of emissivity settings in pyrometer and its influence for temperature measurement error

Nr	Rodzaj materiału	Temp. powierzchni [°C]	Temperatura [°C] dla emisyjności ϵ						Emisyjność ϵ teoretyczna [2-5]
			1	0,95	0,9	0,6	0,3	0,1	
1	Szkło	26	25,8	26	26	26,7	28,2	30,1	0,92
2	Blacha ocynkowana	26,1	27	27	26,9	27	27,7	29,4	0,2
3	Papier biały	25,8	26,6	26,7	26,8	25,5	23	12,4	0,9
4	Drewno	25,2	26,5	26	25,6	23,9	18	-11,6	0,8-0,9
5	Stal wypolerowana	25,3	28,3	28,8	28,8	28	24,4	13,1	0,11
6	Aluminium matowe	24,7	26,3	26,2	26,1	24,8	21,2	0,5	0,07
7	Cegła betonowa	24,7	24,8	24,6	24,3	22	14,9	-26	07-0,94
8	Cegła zwykła	24,8	24,8	24,6	24,5	21,4	13,2	-32,5	0,85
9	Marmur polerowany	25,9	25,9	25,6	25,5	23	16	-19,9	0,9
10	Granit polerowany	25,6	25,9	25,5	25,3	22,5	14,8	-26,8	087-0,77
11	Drewno	26,4	26,2	26	25,9	23,8	17,1	-15	0,9
12	Karton	26,5	27,4	26,8	26,7	25,7	21,2	8,7	07-0,94
13	Porcelana	26,3	25,9	25,8	25,6	24,3	19,4	-2,2	0,92
14	Kafelka	26,5	26,7	26,6	26,6	25	20,7	2,4	-
15	Lustro	26,3	26,2	25,9	25,9	23,9	18,2	-10,7	> 0,1
16	Farba emulsyjna biała	27,4	27,7	27,5	27,5	26,2	22,1	0,7	0,92-0,94
17	Folia srebrna	26,4	27,4	27,2	26,9	26,3	24,8	16,7	0,25
18	Woda	26,4	24,7	24,2	24,1	21,7	15	-21,8	0,98
19	Lód	2,9	-16,7	-19	-20,9	-	-	-	0,97
20	Taśma izolacyjna czarna	27,8	28	27,9	27,8	27	24	11,5	0,95
21	Stal wypolerowana	24	22,8	22,7	22,7	24,5	27	33,9	0,14
22	Miedź polerowana	23,9	24	24	24	23,2	22,3	16	0,07
23	Tkanina	22,8	23	22,8	22,8	21,1	16,4	-6	0,9
24	Plastik	22,1	21,4	21,2	21,1	18,8	12,1	-26,2	0,8-0,95
25	Folia	23,9	23,1	22,8	22,9	22,1	20,1	13,4	0,2-0,3
26	Winył	23	22,8	22,8	22,7	21,6	18,2	3,2	0,96

Dokładność pomiaru zdefiniowano jako 2% lub 2 °C, a rozdzielczość wynosi 0,1 °C. Zakres widma przyjmuje wartości z zakresu od 8 µm do 14 µm.

3. Wyniki badań

Podczas eksperymentu przeprowadzono pomiary temperatury różnych powierzchni badanych obiektów – elementów wykonanych z wybranych materiałów. Przeprowadzono badania dla szeregu nastaw emisyjności w termometrze bezdotykowym – 0,1; 0,3; 0,6; 0,9; 0,95; 1,0. Ponadto przeprowadzono pomiary temperatury powierzchni za pomocą termometru z termoparą typu K (dokładność 2%, rozdzielczość 0,1 °C) w temperaturze pokojowej (20 °C), przyjmując wynik uzyskany w tej temperaturze jako wartość odniesienia. Na podstawie dostępnych danych [6–9] przyjęto typowe wartości emisyjności dla badanych obiektów.

Po wykonaniu pomiarów przeprowadzono analizę otrzymanych rezultatów. W tabeli 1 zestawiono wyniki badań. Zauważono, że generalnie najbardziej zbliżone wyniki w odniesieniu do pomiaru temperatury powierzchni za pomocą termopary otrzymano dla ustawienia emisyjności o wartości zbliżonej do 1, zarówno dla materiałów o bardzo małej, jak i o dużej emisyjności. Wraz ze zmniejszaniem nastaw emisyjności w pirometrze, otrzymane rezultaty znacząco odbiegały od wyników pomiaru otrzymanych za pomocą termopary. Przy ustawieniach emisyjności na poziomie 0,1 zauważono bardzo duże odstępstwa. Odczyty temperatury dla ciał o bardzo niskiej emisyjności (określonej na podstawie tabel [6–9]) były na tyle odbiegające od pomiarów temperatury powierzchni termoparą, że należało je uznać za całkowicie błędne.

4. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania eksperymentalne pozwalają wnioskować, że badany termometr bezkontaktowy (pirometr), mimo wbudowanej funkcjonalności umożliwiającej ustawianie emisyjności badanych materiałów, podczas pomiarów temperatury obiektów o bardzo niskiej emisyjności (i jej

zaprogramowaniu w termometrze) nie wskazuje poprawnych wartości. Nie można na tej podstawie stwierdzić, że wszystkie urządzenia tego typu mierzą niepoprawnie. Dopuszcza się bowiem rozrzut wyników pomiaru w przedziale o promieniu równym niepewności pomiaru wokół wartości średniej (z założonym prawdopodobieństwem). Dlatego należy przyjąć, że ten konkretny model cechuje się niepoprawnością odczytów w rozpatrywanym zakresie. Ma to miejsce dla obiektów o małej emisyjności. Testowany przyrząd należy do grupy urządzeń tanich i jest powszechnie dostępny w sprzedaży. Należy przyjąć, że przed wykonaniem pomiarów urządzeniem tego typu, wyposażonym w możliwość nastawiania emisyjności, konieczne jest wykonanie kalibracji. Następnie trzeba ocenić krytycznie, czy otrzymane wyniki mieszczą się w granicach niepewności przyrządu, podanych przez producenta.

Bibliografia

1. Milek M., *Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych*, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2006.
2. Minkina W., *Pomiary termowizyjne: przyrządy i metody*, Wydawnictwa Politechniki Częstochowskiej, 2004.
3. Mazikowski A., *Bezkontaktowe, wielopasmowe pomiary emisyjności*, „Elektronizacja: podzespoły i zastosowania elektroniki”, Nr 7-8, 2002, 29–31.
4. Piątkowski T., Madura H., Chmielewski K., *Precyzyjne pomiary temperatury powierzchni metali pirometrem trzypasmowym*, „Prace Instytutu Elektrotechniki”, zeszyt 234, 2008.
5. https://pl.wikipedia.org/wiki/Zdolność_emisyjna
6. <http://www.remes.gda.pl/wp-content/uploads/2013/11/Tabela-emisyjności.pdf>
7. <http://www.mera-sp.com.pl/rozwiwania/wiecej/pirometry-poradnik-uzytowania>
8. <http://termo-sfera.pl/termowizja/przykladowe-wartosci-wspoczynnikow-emisyjnosci.html>
9. http://www.kameratermowizyjna.com/pliki_do_pobrania_files/tabele%20wspoczynnika%20emisyjnosci.pdf

Influence of Emissivity Settings in Pyrometer on Temperature Measurement Results

Abstract: Article describe influence of emissivity settings on pyrometer temperature measurement results. All information was received by measurement with pyrometer. Data was obtained by different types of materials. Surface temperature was also measured by thermocouple K.

Keywords: pyrometer, non-contact temperature measurement, emissivity

mgr inż. Michał Grymowicz

mocromy@gmail.com

Absolwent Wydziału Inżynierii Środowiska
i Energetyki, Politechnika Śląska.

