



# Technika pomiaru za pomocą podczerwieni

## Właściwy czujnik do każdego zadania pomiarowego

*Zjawisko promieniowania podczerwonego zostało odkryte w 1800 r. przez angielskiego astronoma pochodzenia niemieckiego - Williama Herschela. Wykonywał on doświadczenie polegające na rozszczepieniu światła widzialnego i pomiarze temperatury każdego koloru otrzymanywanego tą drogą. Okazało się, że termometry leżące w „cieniu”, tuż obok koloru światła widzialnego, również wykazywały wzrost temperatury. Herschel doszedł do wniosku, że oprócz światła widzialnego jest jeszcze „coś”. Ze względu na swoje położenie obok koloru czerwonego, niewidzialne promieniowanie zostało nazwane podczerwienią.*

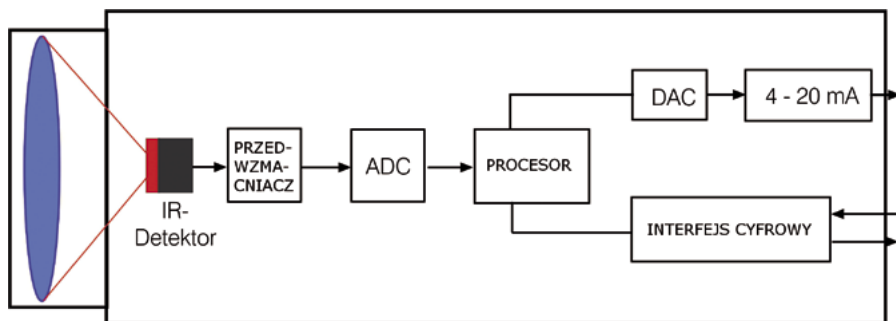
W tamtych czasach radiacja była mierzona za pomocą pryzmatu, który rozczepiał światło słoneczne. W ciągu wielu lat, zostały wynalezione kolejne metody pomiaru podczerwieni. Dzisiaj stanowią znaczne wsparcie technologii pomiarowej, a wiele firm wyspecjalizowało się w zakresie pomiarów za pomocą podczerwieni. Firma WObit dostarcza szeroką gamę czujników podczerwieni produkowanych przez uznaną, niemiecką firmę Micro-Epsilon.

Niewidzialne dla ludzkiego oka promieniowanie podczerwone podlega prawom optyki. Podczerwień może być skupiona za pomocą soczewki, rozczepiona za pomocą pryzmatu lub ugięta za pomocą lustra. Długość fal promieniowania podczerwonego zawiera się w zakresie 0,7...1000  $\mu\text{m}$ , jednak z punktu widzenia technik pomiarowych interesujące jest jedynie promieniowanie w zakresie 1...14  $\mu\text{m}$ , ponieważ czujniki mają w nim charakterystykę liniową.

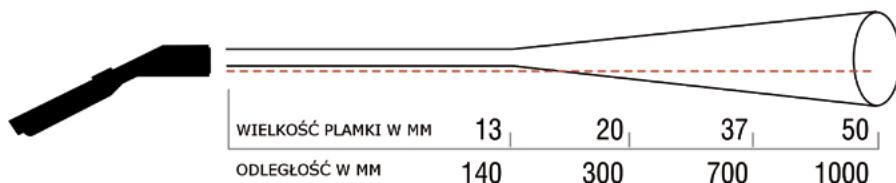
Termometry podczerwone (tzw. pirometry) umożliwiają bezdotkowy pomiar temperatury obiektu. Dzięki nim można mierzyć temperaturę ciał szybko przemieszczających się, o bardzo wysokiej temperaturze lub trudnodostępnych. Metoda pomiaru bezdotkowego doskonale sprawdzi się w przypadkach, gdy standardowy czujnik temperatury czy sonda termiczna mogą zniekształcić wynik pomiaru lub uszkodzić mierzony obiekt. Użycie czujników bezkontaktowych jest wskazane także przy pomiarach ciał rozgrzewanych do bardzo wysokiej temperatury, ponieważ wtedy sonda dotykająca ich powierzchni mogłaby ulec uszkodzeniu lub znacznemu ograniczeniu uległaby jej żywotność.

### Zasada pomiaru podczerwonego

Promieniowanie podczerwone jest emitowane przez każde ciało, którego temperatura przekracza zero absolutne. Optyka czujnika przechwytuje promieniowanie pod-



Rysunek 1. Czujnik podczerwieni zawiera soczewkę podczerwieni, detektor oraz dodatkowe układy elektroniczne



Rysunek 2. Stosunek odległości do wielkości plamki pomiarowej może wynosić nawet 20:1

czerwone i kieruje je na jeden lub więcej detektorów. Energia radiacji zostaje zamieniona na sygnał elektryczny, który następnie jest przetwarzany na wartość proporcjonalną do zmierzonej temperatury, zależną od sposobu kalibracji czujnika oraz emisyjności obiektu. W oparciu o opisaną metodę przetwarzania, zmierzona temperatura może być pokazana na wyświetlaczu, wyprowadzona jako sygnał analogowy lub przesłana do komputera PC za pomocą interfejsu cyfrowego.

Wszystkie ciała emitują promienie podczerwone na trzy różne sposoby. Mogą wysyłać promieniowanie własne, odbijać to pochodzące z otoczenia lub być przewodząc je. Natężenie poszczególnych składowych zależy od materiału, z którego zbudowany jest dany obiekt. Z punktu widzenia techniki pomiaru temperatury, interesujące jest jedynie promieniowanie emitowane.

Parametrem charakteryzującym zdolność do emisji promieniowania podczerwonego przez dany obiekt jest jego emisyjność. Jeśli założymy, że substancja, z której składa się obiekt nie przewodzi promieniowania, to w skład emisji będą wchodziły zjawiska związane z emisją własną obiektu oraz odbiciem radiacji podczerwonej źródeł zewnętrznych. Na emisyjność obiektu w zakresie podczerwieni silny wpływ ma jego powierzchnia. Przedmiot wypolerowany, wykonany z błyszczącego metalu charakteryzuje się bardzo niską emisyjnością i jednocześnie silnie odbija promieniowanie zewnętrzne. Obiekty o powierzchniach ciemnych, matowych bardzo słabo odbijają promieniowanie podczerwone, a doskonale emitują własne promieniowanie podczerwone, dlatego też nadają się do bezkontaktowego pomiaru temperatury.

Intensywność promieniowania mierzonego ciała zależy od jego temperatury oraz

emisyjności. Dla standardowych czujników emisyjność może być regulowana w zakresie od 0,1 do 1,0, co pozwala na pomiar temperatury obiektów wykonanych z różnych materiałów.

### Budowa czujników podczerwieni

Budowę typowego przemysłowego czujnika podczerwieni pokazano na **rysunku 1**. Jego istotnym elementem z punktu widzenia jego rozdzielczości i wielkości plamki pomiarowej jest soczewka, która skupia podczerwień na detektorze. Ponadto, określa ona zależność też pomiędzy wielkością plamki, a odległością czujnika od mierzonego obiektu (**rysunek 2**).

Sercem czujnika jest detektor podczerwieni. Do jego wykonania wykorzystuje się różne zjawiska fizyczne zachodzące na skutek oddziaływania promieniowania podczerwonego. Wśród najbardziej popularnych detektorów należy wymieść: bolometr, termosost lub detektor kwantowy. Wszystkie zamieniają podczerwień na odpowiadający jej wielkością sygnał elektryczny, który następnie jest przekazywany do modułu wzmacniacza i przetwornika A/C.

Bolometr, to element czuły na podczerwień, który określa wielkość promieniowanego podczerwonego za pomocą zmiany swojej rezystancji. Zasada funkcjonowania termostostu jest oparta o zjawisko Seebecka polegające na powstawianiu siły elektromotorycznej w obwodzie zawierającym dwa metale lub półprzewodniki, gdy ich złącza zostaną umieszczone w różnej temperaturze. Detektory kwantowe działają na zasadzie przechwytywania fotonów, w wyniku czego tworzą się pary elektronowe i generowany jest sygnał elektryczny. Na **fotografii 3** zaprezentowano wygląd czujnika TS80 działającego z wykorzystaniem termostostu.

Pomiar bezkontaktowy  
Szeroki zakres pomiarowy  
Duży dystans do mierzonej powierzchni  
Bardzo mała plamka pomiarowa  
Duże prędkości pomiaru  
Wysoka precyzja  
Możliwość pomiaru względem prawie wszystkich rodzajów powierzchni

## Czujniki laserowe

bezkontaktowy pomiar odległości



WWW.MICRO-EPSILON.PL



www.wobit.com.pl

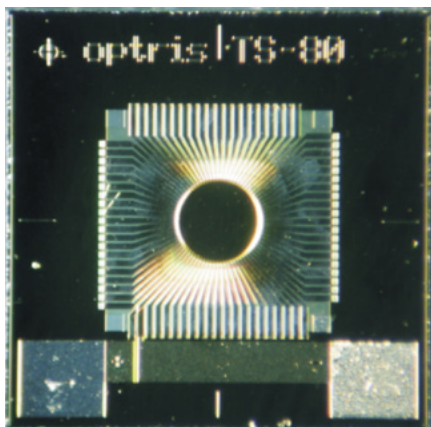


(061) 2912 225  
(061) 8350 620



wobit@wobit.com.pl  
www.wobit.com.pl





Fotografia 3. Termosyt TS80. Element termiczny jest zbudowany z bizmutu, a antymon rozmieszczony jest wokół centralnego punktu detekcji.

Ważnym czynnikiem, na który warto zwrócić uwagę, jest wielkość obiektu mierzonego. Aby pomiar mógł być precyzyjny, mierzone ciało musi być przynajmniej tak duże, jak plamka pomiarowa. W innym przypadku czujnik będzie przechwytywał również promieniowanie tła.

### Rodzaje mierników działających z użyciem podczerwieni

Główna linia podziału przebiega pomiędzy urządzeniami przenośnymi oraz stacjonarnymi.

Urządzenia przenośne są przeznaczone do szybkich, rzadko wykonywanych pomiarów. Mogą być transportowane do różnych miejsc, rejestrować zmierzone wartości i udostępniać je na potrzeby tworzonej dokumentacji. Najczęściej są one stosowane do celów diagnostyki w serwisie. W opisywanym obszarze zastosowań występują różne klasy termometrów. Najprostsze urządzenie dostarczane przez WObit, wyłącznego dostawcę Micro-Epsilon w Polsce, może mierzyć temperaturę w zakresie od  $-32^{\circ}\text{C}$  do  $+420^{\circ}\text{C}$ . Punkt obserwowany przez czujnik jest oznaczany światłem lasera. Urządzenie to jest przeznaczone do standardowych zadań pomiarowych. Jego przeciwieństwem jest stanowi **thermoMETER LS** (fotografia 4), który wyświetla cztery krzyżujące się ze sobą promienie, oznaczające faktyczną plamkę pomiarową czujnika, której wielkość zależy od odległości od obiektu mierzonego. Ma to duże znaczenie w przypadku pomiarów temperatury niewielkich przedmiotów.

Czujniki stacjonarne są produkowane w różnych klasach oraz mają różne wielkości. Jako standardowy firma WObit poleca czujnik firmy Micro-Epsilon typu **thermoMETER CS**. W przypadku konieczności zaznaczenia wielkości plamki pomiarowej za pomocą dwóch promieni laserowych proponowane są czujniki **thermoMETER CTlaser**.

Czujniki stacjonarne są rozróżniane przede wszystkim ze względu na ich przeznaczenie. Dostępne są wersje specjalne z krótkim czasem odpowiedzi, które są odpowiednie dla pomiarów podczas bardzo szybkich procesów. Istnieją także modele przystosowane do pracy w wysokiej temperaturze, bez dodatkowego chłodzenia do  $250^{\circ}\text{C}$ , a nawet czujniki do aplikacji w przemyśle metalurgicznym, które reagują tylko na fale o ściśle określonej długości. Producent dostarcza również małą, stacjonarną kamerę przeznaczoną do nagrywania obrazu termicznego.

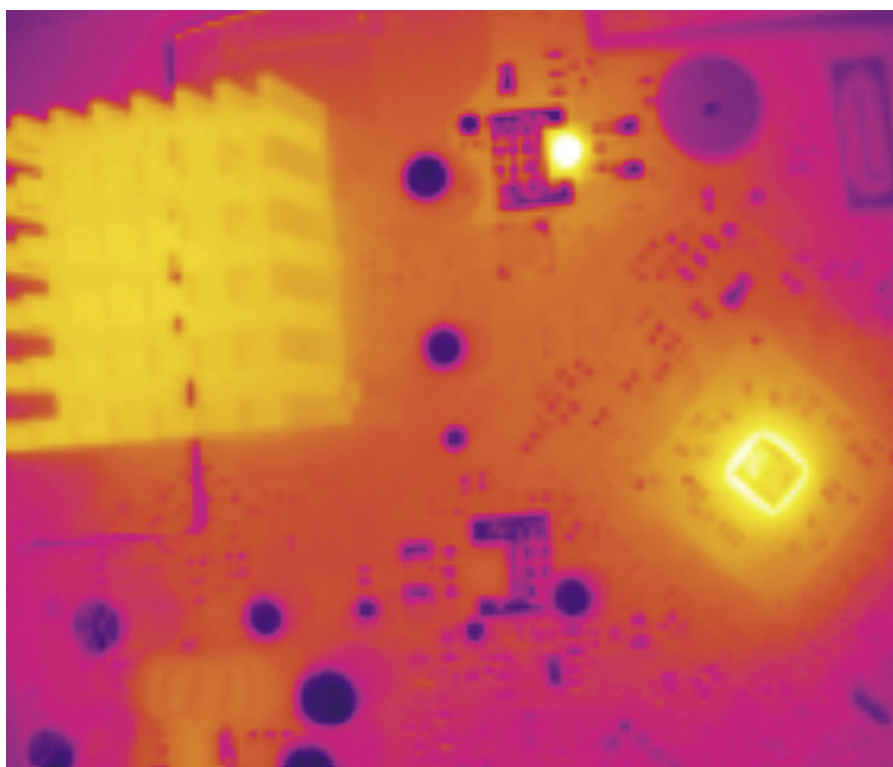
### Podsumowanie

Wykorzystanie czujników podczerwieni jest szczególnie ważne w tych aplikacjach, w których ciepło stanowi wartość krytyczną dla procesu produkcyjnego. Może to być wykrywanie defektów łożysk, monitorowanie komponentów w przemyśle elektronicznym (fotografia 5), pomiar temperatury wyrobów w przemyśle spożywczym czy blachy walcowanej na gorąco. W aplikacjach, w których mogą być stosowane, bezkontaktowe czujniki temperatury są rozwiązaniem idealnym ze względu na szybkość pomiaru oraz brak wywierania wpływu na mierzony obiekt. Umożliwiają również realizację zadań nieosiągalnych innymi metodami, jak na przykład pomiar poziomu cieczy w puszcze aluminiowej.



Fotografia 4. thermoMETER LS, czujnik z celownikiem laserowym, który pokazuje faktyczną wielkość plamki pomiarowej

Dyplomowany inżynier  
Manfred Pfadt  
Menedżer produktów z grupy  
thermometer  
MICRO-EPSILON MESSTECHNIK  
GmbH & Co. KG  
Przemysław Degórski  
Kierownik Działu Doradztwa  
i Sprzedaży  
P.P.H. WObit E.K.J. Ober s.c.



Fotografia 5. Płyta główna komputera PC. Łatwo można rozpoznać komponenty o podwyższonej temperaturze