

Kamera termograficzna

V-20

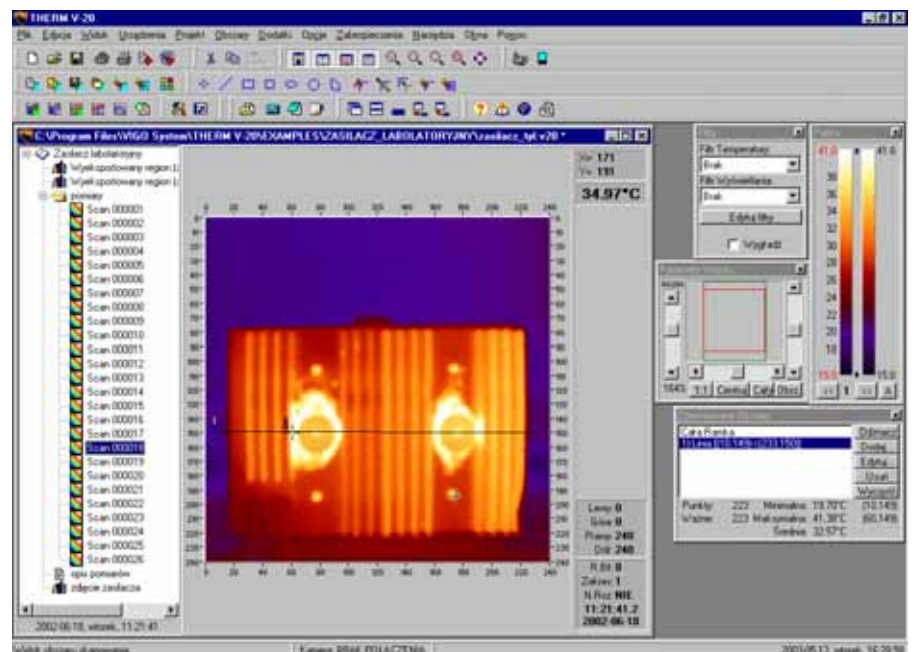
Jak wiadomo wszystkie ciała o temperaturze powyżej 0 K emitują promieniowanie podczerwone. Czy można ten fakt wykorzystać w jakiś sposób? Odpowiedź wydaje się oczywista - do budowy termometrów. Musimy tylko wymyślić odpowiednią metodę pomiaru temperatury. Łatwo powiedzieć „tylko“. Zagadnienie bynajmniej nie jest takie trywialne.

Jeszcze w latach 70. niemal cały świat naukowy twierdził, że nie jest możliwy szybki pomiar długofalowego promieniowania podczerwonego bez specjalnych detektorów chłodzonych kriogenicznie (ciekłym azotem). Powyższe stanowisko wpływało dość istotnie na przebieg prac konstrukcyjnych nad kamerami termograficznymi. Kamery wyposażone w detektory chłodzone kriogenicznie są uciążliwe i drogie w eksploatacji. Jednak człowiek wielokrotnie przełamywał bariery, które wydawały się nie do pokonania. Tak było i tym razem, a sprawa może być szczególnie bliska nam Polakom, bo to właśnie polscy inżynierowie ogłosili, że wykonają detektor podczerwieni pracujący w dużo mniej drastycznych warunkach, zdecydowanie bardziej zbliżonych do „pokojowych“. Oznacza to konieczność schłodzenia detektora do temperatury ok. minus trzydziestu kilku stopni Celsjusza. Jest to niewątpliwie dużo łatwiejsze do osiągnięcia, niż utrzymywanie detektora w temperaturze minus stu kilkudziesięciu stopni, jak w przypadku detektorów chłodzonych kriogenicznie. Wystarczą do tego choćby dość powszechnie już stosowane ogniwa Peltiera.

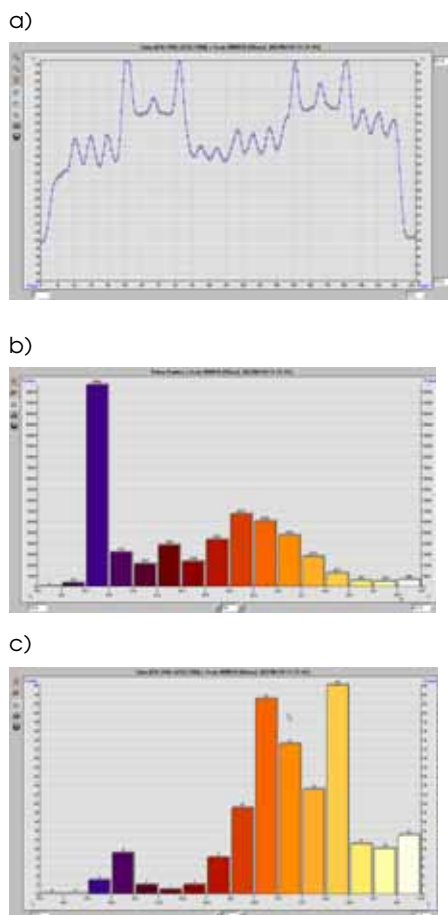
Dzisiaj kamera termowizyjna V-20 produkowana przez firmę VIGO System SA, pracująca na tej zasadzie, jest już normalnym produktem handlowym, zdobywającym rynki nie tylko krajowe. Doczekała się nawet już drugiej generacji. Jest przy tym tania (jak na aparaturę tego typu) i niezawodna. Alternatywnymi przyrządami dla kamer termowizyjnych są pirometry. Ze względu jednak na punktową metodę pomiaru przegrywają z kamerami wszędzie tam, gdzie istotny jest pomiar rozkładu temperatur. Znajdują więc zastoso-

wanie w grupie pomiarów procesów technologicznych. Kamera termograficzna tymczasem może być wykorzystywana w diagnostyce przemysłowej, w warunkach utrudnionego dostępu do obiektu lub w miejscach nienadających się do podłączenia na stałe detektorów temperatury (wysokie napięcie, agresywne środowisko itp.). Dzięki niej można prowadzić zarówno pomiary jednorazowe, jak i ciągłe. W pierwszym przypadku zainteresowana instytucja nie musi nawet kupować kamery, może zlecić jedynie wykonanie odpowiednich pomiarów producentowi,

który prowadzi również takie usługi. W drugim przypadku użytkownik uzyskuje bardzo atrakcyjną formę monitorowania swoich obiektów. Kamera V-20 połączona z Internetem umożliwia ciągły nadzór obiektów, prowadzony w sposób całkowicie bezobsługowy. Dodatkową korzyścią jest przy tym również możliwość jej zdalnego diagnozowania. Kamera oprócz danych ter-



Rys. 1. Główne okno programu Therm V-20

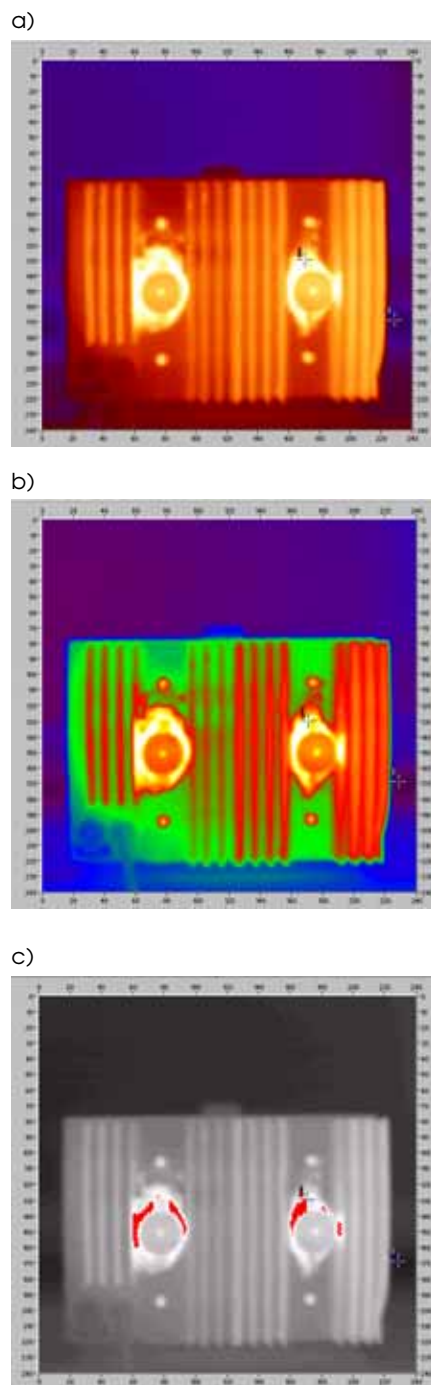


Rys. 2. Wykres liniowy rozkładu temperatur wzdłuż prostej (a), histogram rozkładu temperatur zdjęty z całej powierzchni termogramu (b), histogram rozkładu temperatur wzdłuż wybranej prostej (c)

mometrycznych może bowiem wysłać niezbędne informacje o swoim stanie (napięcie baterii, stan ładowania, temperatura detektora, minimalna i maksymalna temperatura pracy, liczba wykonanych skanów, numer seryjny itd.). W razie konieczności można wykonać uaktualnienie oprogramowania wewnętrznego mikroprocesora, a także przeprowadzić autokalibrację. Wszystkie dane konfiguracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci Flash.

Kamera V-20 jest oryginalnym produktem firmy VIGO System SA, począwszy od opracowania konstrukcji skończywszy na jej produkcji (włącznie z wytwarzaniem samego detektora). Zastosowano w niej 16-bitowe przetwarzanie danych, zapewniające tym samym uzyskanie bardzo wysokich rozdzielczości pomiarów (8, 12 lub 16 bitów). Kamera może pracować w trybie dokładnym lub szybkim. Czas tworzenia obrazu za pomocą kamery V-20 typowo wynosi 25s. Znajduje ona zastosowanie we wszelkiego rodzaju badaniach procesów wolnozmiennych. Użycie wbudowanego skanera liniowego (10Hz), jak również zawężenie obszaru skanowania pozwala na badanie niektórych procesów o większej prędkości zmian.

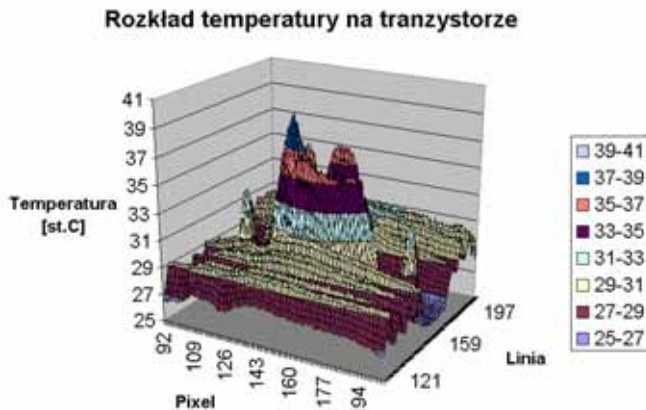
W dość oryginalny sposób przewidziano wizualizację wyników. Jedną z metod jest dołączenie komputera poprzez interfejs USB i wyświetlanie wyników na jego monitorze, ale w warunkach terenowych mogłoby to być niewygodne, nawet w przypadku wykorzystania notebooków. Z tego względu kamera może być sprzedawana wraz z komputerem klasy palmtop. Ma nawet specjalnie przewidziany dla niego



Rys. 3. Przykładowe palety barw używane w termogramach

uchwyt. Na ekranie palmtopa jest wyświetlany obraz widziany przez kamerę, a zainstalowane oprogramowanie umożliwia natychmiastową obróbkę wyników. Trzeba pamiętać, że obraz z kamery termograficznej nie powstaje tak szybko, jak w tradycyjnej kamerze wideo. Nie zawsze łatwe jest więc wycelowanie obiektu w odpowiedni punkt. Aby ułatwić tę czynność, zastosowano wbudowany na stałe wskaźnik laserowy. Jego plamka wyznacza punkt leżący na osi optycznej kamery. Dość oczywista wydaje się również konieczność umieszczenia kamery na statywie i to dość masywnym. Jeśli powierzch-

Tab. 1. Parametry techniczne kamery V-20 dostosowywane indywidualnie do potrzeb i możliwości klienta	
Seria V-20E	obudowa standardowa
Typ kamery	skaner dwuwymiarowy
Rozdzielczość przestrzenna sygnałowa	5 lub 10 mrad
Zakres mierzonych temperatur	uzgodniony podzakres z przedziału: -10...1500°C
Zakres spektralny	3...5 μm lub 8...12 μm
Rozdzielczość termiczna NETD w 30°C	0,05°C...10°C w zależności od modelu
Dokładność pomiaru	5% (10% dla modelu E10)
Kąt skanowania w poziomie	30°
Kąt skanowania w pionie	30°
Zakres odległości dla pełnej ostrości (opcja makro: pomiar z odległości 45 mm)	0,3 m do ∞ regulowany elektronicznie
Liczba linii	maks. 240
Liczba punktów w linii	maks. 240
Czas tworzenia obrazu	4...25 s
Opcja skanera liniowego - czas skanowania wybranej linii	2,3...7,2 ms
Czas między kolejnymi skanami	33...104 ms
Detektor	HgCdTe chłodzony termoelektrycznie
Temperatura otoczenia	-10...30°C (zależnie od zakresu)
Wymiary	280x112x162 mm
Waga	4,5 kg
Zasilanie	220 VAC lub 24/12 VDC lub akumulatorowe



Rys. 4. Rozkład temperatury sporządzony w Excelu na podstawie danych z programu Therm V-20

nia mierzona jest znacznie mniejsza od całego pola widzenia, można zaznaczyć myszką interesujący nas obszar. Podczas tworzenia obrazu skanowany będzie tylko zaznaczony fragment, skracając tym samym czas pomiaru.

Opracowane termogramy mogą być zapisywane na karcie pamięciowej MMC o pojemności do 256 MB. Umożliwia ona zachowanie ponad 3500 termogramów, a zastosowanie portu USB zapewnia w razie konieczności szybki transfer danych. Powyższe cechy kamery V-20 są bardzo przydatne podczas prac w warunkach terenowych.

Detektory podczerwieni stosowane w kamerach termograficznych można podzielić na jednoelementowe i wieloelementowe. W V-20 zastosowano detektor jednoelementowy. Rozwiązanie takie przyczynia się do obniżenia kosztu całego urządzenia i jednocześnie zapewnia, że każdy z 57600 punktów składających się na obraz powstaje w identycznych warunkach. Zastosowanie pojedynczego detektora niesie ze

sobą zalety metrologiczne wynikające z faktu, że każdy elementarny obszar obiektu mierzony jest tym samym detektorem i dokładność pomiaru jest dużo większa niż w przypadku detektorów wieloelementowych.

Kamera to nie wszystko

Można powiedzieć, że bezpośrednia praca z kamerą to tylko wstęp do późniejszego opracowania wyników pomiarowych. Dalsze czynności będą prowadzone już w warunkach biurowych, przy wykorzystaniu komputera i programu Therm V-20 (rys. 1). Program ten jest dostarczany razem z kamerą. Użytkownik nie ponosi dodatkowych kosztów związanych z jego nabyciem. Za pomocą programu Therm V-20 może być przygotowana niemal automatycznie dokumentacja prac pomiarowych, obejmująca opracowanie graficzne i tabelaryczne wyników. W jej skład wchodzi: pliki tekstowe z opisami pomiarów, zdjęcia mierzonych obiektów (tradycyjne - wykonane np. aparatem cyfrowym), zestaw

termogramów, wykresy liniowe (rys. 2a) i histogramy rozkładu temperatur (rys. 2b i 2c). Te ostatnie odnoszą się do całej powierzchni obrazu lub tylko do ustalonej krzywej łamanej, przebiegającej przez wybrane punkty mierzonego obiektu. Gdyby proponowane w programie typy wykresów nie odpowiadały wymaganiom użytkownika, może on skorzystać np. z programu Excel po wcześniejszym wyeksportowaniu do niego danych. Program Therm V-20 potrafi też eksportować dane w formacie *.bmp. Do tworzenia termogramów można wybrać najbardziej odpowiednią paletę barw, wspomaganą filtrem temperatur i filtrem wyświetlania - przykłady przedstawiono na rys. 3a, 3b i 3c. Podczas przesuwania kursora w obrębie okna roboczego widać natychmiastowe wyświetlenie uaktualnionych współrzędnych ekranowych, a także temperatury wskazywanego punktu. Rozdzielczość termiczna wynosi 0,05°C.

Można powiedzieć, że kamera V-20 jest produktem unikatowym. Sprzęt tego typu jest produkowany przez niewielu wytwórców światowych. Cieszy więc fakt, że wśród nich jest nasza rodzima firma. Kamera V-20 zdobyła wiele nagród na różnego rodzaju targach i wystawach. Kamera V-20 jest jedną z wielu aplikacji detektorów podczerwieni będących podstawowym elementem w ofercie firmy VIGO System.

Więcej informacji można znaleźć na stronie internetowej www.vigo.com.pl.

Jarosław Doliński
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

Dodatkowe informacje

Więcej informacji można uzyskać w firmie VIGO System S.A., tel. (22) 666-01-45, <http://www.vigo.com.pl>