

Jacek POSTAWA

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, AGH, Kraków

WYKORZYSTANIE TERMOWIZJI DLA PROFILAKTYKI POŻAROWEJ W KOPALNIACH PODZIEMNYCH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono zasady pomiarów termowizyjnych, urządzenia techniki podczerwieni, wybrane zastosowania termowizji. Wskazano na możliwość wykorzystania kamery termowizyjnej do badań umożliwiających precyzyjną lokalizację tworzącego się ogniska pożaru endogenicznego. Na fotografiach przedstawiono przykładowe termogramy pozwalające na lokalizację stref z wpływem CO i podwyższoną temperaturą. Fotografie objaśniają istotę korzyści wynikających z badań termowizyjnych.

USE OF THERMOVISION FOR FIRE PROPHYLACTIC IN UNDERGROUND COAL MINES

Summary. In the work it was shown essentials of thermovisional measurements, equipments for infrared technics and their chosen applications. It was evidenced some potentials of the thermovision camera for a research work on precision location of a forming endogenous fire center. On the photos it was presented some sample thermograms that allow locating the CO outflow zone and heighten temperature. The photos explain the idea of the profits resulting from thermovisional research works.

1. Wprowadzenie

Technika termowizyjna jest aktualnie jednym z najbardziej skutecznych i atrakcyjnych przedsięwzięć znajdujących zastosowanie w badaniach naukowych, wojsku, przemyśle, medycynie i wielu innych dziedzinach. Początki termowizji sięgają 1800 r., kiedy to angielski astronom Sir William Herschel odkrył promieniowanie podczerwone. Tezę, że promieniowanie podczerwone, podobnie jak widzialne, może być odbijane, załamywane, rozszczepiane i transmitowane potwierdzili w 1803 r. Szwajcarzy Saussure i Pictet.

Wiele lat promieniowanie podczerwone nie było praktycznie wykorzystywane, aż do czasu wynalezienia termopary (Nobili, 1829 r.). Pierwszy termostos, który wykrywał promieniowanie podczerwone z czułością 40 razy większą niż dostępne wówczas termometry, został skonstruowany przez Melloniego w 1833 r., który połączył szeregowo kilka termopar.

Znajomość temperatury obiektu lub procesu technologicznego stanowi niezwykle ważną informację, która decyduje o bezpieczeństwie i prawidłowości procesu produkcyjnego.

Górnictwo podziemne węgla kamiennego związane jest z występowaniem wielu zagrożeń naturalnych. Do najgroźniejszych z nich zaliczyć należy zagrożenie pożarami endogenicznymi.

W profilaktyce pożarowej zarejestrowany wzrost temperatury otoczenia wyrobiska (strop, spąg, ocios) może być niezwykle istotnym sygnałem dla podjęcia skutecznych, aktywnych działań mających na celu likwidację ogniska pożarowego.

2. Zasady pomiarów i urządzenia techniki podczerwieni

Termowizja jest dziedziną techniki zajmującą się detekcją, rejestracją, przetwarzaniem i wizualizacją niewidzialnego promieniowania podczerwonego emitowanego przez objekty. Otrzymany obraz zwany termogramem (kolorowy lub czarno-biały) jest odwzorowaniem rozkładu temperatury na powierzchni obserwowanego obiektu.

Urządzenia techniki podczerwieni można podzielić ze względu na przeznaczenie na trzy główne grupy: urządzenia pomiarowe, obserwacyjne i urządzenia automatycznego rozpoznania (rys. 1).



Rys. 1. Podział urządzeń techniki podczerwieni [1]

Fig. 1. Partition of infrared technics devices [1]

Dla uzyskania dokładnych wyników pomiaru temperatury kamerą termowizyjną, niezbędne jest skompensowanie wpływu różnych, zakłócających pomiar, źródeł promieniowania. Pełne wyeliminowanie (skompensowanie) wszystkich zakłócających źródeł promieniowania jest bardzo trudne, a czasem niemożliwe. W większości nowoczesnych kamer termowizyjnych, częściowa kompensacja zakłóceń dokonywana jest automatycznie przez kamerę, po wprowadzeniu następujących danych:

- emisyjność obiektu,
- temperatura otoczenia,
- odległość między obiektem a kamerą,
- względna wilgotność atmosfery.

Niektóre kamery termowizyjne (lub programy do analizy termogramów) umożliwiają kompensację wpływu na pomiar temperatury takich czynników, jak:

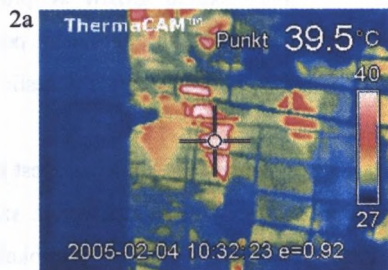
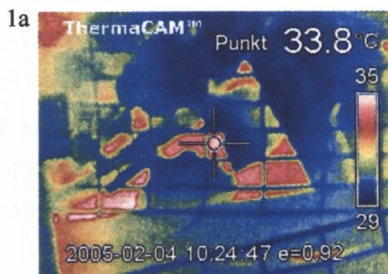
- temperatura elementów optycznych obiektywu,
- temperatura zewnętrznych elementów optycznych znajdujących się przed obiektywem kamery termowizyjnej,
- współczynnika przepuszczania zewnętrznych elementów optycznych,
- temperatura i transmisja atmosfery.

Wykonywanie pomiarów termowizyjnych na kopalni w warunkach *in situ* realizowane jest przy zachowaniu szczególnie korzystnych warunków pomiaru, w stosunku do podobnych pomiarów na powierzchni terenu.

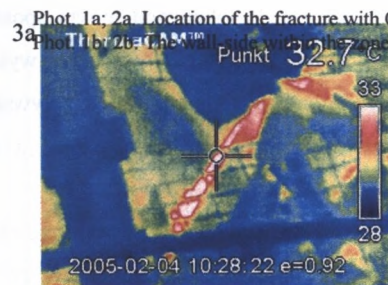
Ten korzystny wpływ wynika z braku szeregu czynników zakłócających pomiary i wymagających kompensacji lub niemożliwych do „redukcji” (np.: zmienne warunki atmosferyczne; wpływ pory roku, dnia; oświetlenie – słoneczne, sztuczne).

3. Praktyczne zastosowania termowizji

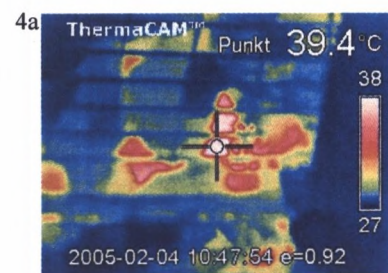
Kamery termowizyjne mają zastosowanie w wielu dziedzinach, przykładowe ich wykorzystanie przedstawiono na rys. 2.



Fot. 1a; 2a. Lokalizacja szczeliny z wypływem CO i podwyższoną temperaturą w ociosie wyrobiska
Fot. 1b; 2b. Ocios wyrobiska w strefie szczeliny zasłoniętej wykładką



Phot. 1a; 2a. Location of the fracture with CO outflow and heighten temperature on the wall-side
Phot. 1b; 2b. The wall-side with the part of the fracture covered with a lining



Fot. 3a; 4a. Strefy z podwyższoną temperaturą i wypływającym CO w stropie wyrobiska
Fot. 3b; 4b. Ocios wyrobiska w obudowie ŁP z wykładką stalową

Phot. 3a; 4a. Heighten temperature zones and CO outflow from the roof
Phot. 3b; 4b. The roof of the excavation with heighten temperature, covered with a lining

Skuteczne zwalczanie pożarów endogenicznych wymaga dostatecznie wczesnego i precyzyjnego rozpoznania procesów prowadzących do ich powstania. Zachodzącym w wyrobiskach kopalnianych egzotermicznym procesom utleniania towarzyszy wydzielanie się licznych gazów. Do gazów wydzielających się podczas termicznego utleniania i pirolizy zaliczyć należy przede wszystkim tlenek węgla, dwutlenek węgla, wodór oraz węglowodory (acetylen, etylen i propylen).

Na podstawie wyników badań w laboratorium, zmian składu gazów w próbkach powietrza pobranych na dole w kopalni, można dokonać oceny stanu zagrożenia pożarem endogenicznym w wybranym wyrobisku górniczym. Analizy takie pozwalają określić rejon lub wyrobisko, w którym powstaje ognisko pożarowe [2].

W celu aktywnej likwidacji powstającego pożaru endogenicznego, konieczna jest jednak dokładna jego lokalizacja. Zastosowanie kamery termowizyjnej do poszukiwania szczelin z wypływającym CO i podwyższoną temperaturą, pozwala na szybką i precyzyjną lokalizację zagrożonych stref [2].

Na termogramach (fot. 1a i 2a) pokazano przykład obrazujący istnienie szczeliny w ociosie wyrobiska, trudnej lub praktycznie niemożliwej do lokalizacji innym sposobem. Dla porównania odpowiadające im zdjęcia ociosu wyrobiska w obudowie ŁP z wykładką przedstawiono na fot. 1b i 2b. Przykład strefy z podwyższoną temperaturą i wypływającym CO w stropie wyrobiska przedstawiono w formie termogramu na fot. 3a i 4a, a widok odpowiadającego jej fragmentu stropu osłoniętego wykładką na fot. 3b i 4b.

Lokalizacja powstającego ogniska pożarowego przy użyciu kamery termowizyjnej pozwala na skuteczną i szybką jego likwidację poprzez iniekcyjne uszczelnienie i wychłodzenie.

5. Podsumowanie

Wykorzystanie kamery termowizyjnej do profilaktyki pożarowej w kopalniach podziemnych węgla kamiennego jest niezwykle skuteczne a zarazem proste w realizacji. Pozwala na precyzyjną lokalizację ognisk pożarów endogenicznych w otoczeniu wyrobisk górniczych, umożliwiając szybkie i racjonalne działania zmierzające do likwidacji pożaru endogenicznego.

Takie rozwiązania przynoszą wymierne efekty w zakresie bezpieczeństwa, ekonomiki i płynności ruchu w zakładzie górniczym.

LITERATURA

1. Madura H. (red.): Pomiary termowizyjne w praktyce. Agenda Wydawnicza PAKu, Warszawa 2004.
2. Postawa J.: Projekt celowy Nr 6 T 12 2002 C/ 05984: Opracowanie zasad profilaktyki i aktywnego zwalczania zagrożenia pożarami endogenicznymi w pokładach o wysokiej skłonności węgla do samozapalenia i licznych zaburzeniach tektonicznych w ZGE Sobieski Jaworzno III. Kraków AGH, 2005.

Recenzent: Dr dr hab. inż. Józef Sułkowski, prof. nzw w Pol. Śl.