

Joanna KOMOREK
Ewa KRZESZOWSKA
Rafał MORGĄ
Politechnika Śląska, Gliwice

PRÓBA IDENTYFIKACJI GRUP MACERAŁÓW WĘGLA KAMIENNEGO ZA POMOCĄ CYFROWEGO ANALIZATORA OBRAZU

Streszczenie. Zbiorcze histogramy poziomów szarości (HPS) wykonane dla trzech próbek węgla o zbliżonym stopniu uwęglenia ($R_r=0.81-0.96\%$), lecz zróżnicowanym składzie petrograficznym, charakteryzują się podobnym kształtem. W każdym z histogramów wydzielono trzy pola, odpowiadające zakresom poziomów szarości egzynitu z duracrylem (i częściowo substancją mineralną), witrinitu i inertynitu. Wielkość tych pól jest proporcjonalna do, stwierdzonego w trakcie standardowej analizy petrograficznej udziału poszczególnych grup macerałów w węglu.

ATTEMPT AT IDENTIFICATION OF MACERAL GROUPS IN BITUMINOUS COAL WITH THE USE OF DIGITAL IMAGE ANALYSER

Summary. Cumulative grey-level histograms made for 3 coal samples, distinguished by similar rank ($R_r = 0.81 - 0.96\%$) but diversified petrographic composition, are characterised by similar shape. In each of the histograms three areas were observed. They refer to the ranges of grey levels of: exinite-duracryl (bounding substance)-mineral matter, vitrinite and inertinite. The sizes of the areas are proportional to the content of maceral groups in coal, determined during the standard petrographic analysis.

Wstęp

Rosnące wymagania, stawiane przez krajowych i zagranicznych odbiorców węgla, zmuszają jego producentów do określania zarówno charakterystyki chemiczno-technologicznej

węgla, jak i precyzyjnego oznaczania składu maceralnego. Celem pracy było określenie możliwości opracowania metody, opartej na cyfrowej analizie obrazu, umożliwiającej jednoznaczną identyfikację składu maceralnego węgla. Opracowanie takiej uniwersalnej metody pozwoliłoby dokładnie określać udział poszczególnych macerałów w węglu, co ma zasadnicze znaczenie dla oceny jego przydatności do różnych procesów przetwórczych, w tym przede wszystkim do produkcji koksu.

Standardowa analiza składu maceralnego, stosowana w laboratoriach petrograficznych wg zaleceń ICCP i standardów ISO, oparta jest na cechach morfologicznych, barwie, fluorescencji i refleksyjności. Kryteria te zdefiniowane są w sposób opisowy, uniemożliwiający jednoznaczną klasyfikację niektórych macerałów, a nawet grup macerałów.

Dotychczasowy stan wiedzy nie pozwala na zdefiniowanie zdolności odbicia światła dla każdej z grup macerałów, gdyż zmienia się ona wraz ze wzrostem stopnia uwęglenia i zależy od warunków facjalnych tworzenia się pokładu węgla. Potwierdziło to ćwiczenie międzylaboratoryjne uczestników sekcji petrologii węgla PTG, w którym odchylenie standardowe wyników pomiarów udziału grup macerałów sięgało 7%. Przyczyną niezgodności wyników były trudności w identyfikacji macerałów (submaceratów) z pogranicza reaktywnego wityrynit i reaktywnego inertynitu [8]. Metodę analizy składu maceralnego oraz udziału macerałów reaktywnych, opartą na pomiarach refleksyjności wszystkich składników, opracowała Kruszewska [4]. Metoda ta nie pozwala jednak na jednoznaczne odróżnienie i zaklasyfikowanie, tak ważnych dla przebiegu procesów przetwórczych składników petrograficznych węgla, jak telinit, semifuzynit i fuzynit. Precyzyjne oznaczenie udziału tych macerałów, a szczególnie semifuzynitu, pozwala na określenie optymalnej przydatności węgla dla procesów technologicznych.

Prace Galbiattiego [3] wykazały, że czas wykonania badań petrograficznych za pomocą analizatora obrazu jest krótszy, a ich wiarygodność i precyzja większe niż przeprowadzanych wg obowiązujących standardów (PN-79/G-04529, ISO 7404-4). Nowoczesne instrumenty, pozwalające uzyskać obraz o dużej rozdzielczości i jednocześnie wyróżnić nawet 256 odcieni szarości, mogą być pomocnymi narzędziami, pozwalających na rozróżnienie podobnych, pod względem morfologii i zdolności odbicia światła, składników petrograficznych węgla. Stosowane programy komputerowe pozwalają na statystyczną obróbkę danych, uzyskanych za pośrednictwem analizatora obrazu, w tym m.in. konstrukcję histogramów poziomów szarości ("grey-level histograms") [12].

Dobór próbek i metodyka badań

Do badań wykorzystano 3 próbki bruzdowe węgla kamiennego o zbliżonym stopniu uwęglenia. Pobrano je z pokładów 416 i 502 w obszarze górniczym KWK “Śląsk” oraz z pokładu 504 w obszarze górniczym KWK “Wujek”.

Z próbek bruzdowych standardową metodą (ISO) wykonano brykiety do badań w świetle odbitym. Na każdym z brykietów zmierzono średnią przypadkową zdolność odbicia światła R_r , w celu ustalenia stopnia uwęglenia, oraz przeprowadzono analizę składu maceralnego zgodnie z normami ISO i PN. Pomiary wykonano za pomocą mikroskopu Axioskop firmy Zeiss. Następnie dla każdej z próbek, za pomocą analizatora obrazu KS-300 firmy Zeiss, sporządzono według poniższej procedury zbiorcze histogramy poziomów szarości – HPS (“grey-level histograms”).

1. Zgodnie z wymogami analizy składu maceralnego dla każdej z próbek wybierano około 500 pól pomiarowych.
2. Dla każdego z pól rejestrowano histogram poziomów szarości.
3. Metodą sumowania utworzono zbiorczy histogram poziomów szarości dla poszczególnych próbek.
4. Wykonano również HPS dla poszczególnych macerałów.

Wyniki

Badane próbki charakteryzują się zbliżonym stopniem uwęglenia. Wartość refleksyjności R_r wynosi od 0.81 do 0.96%, a odchylenie standardowe pomiarów s_r od 0.06 do 0.07% (tab.1). Zawartość wityrnytu mieści się w wąskim zakresie od 53 do 59%. Zawartość egzynytu nie przekracza 10%. Udział inertynytu jest natomiast zróżnicowany i waha się od 18 do 35%. Największe zróżnicowanie dotyczy zawartości substancji mineralnej, która w próbce z pokładu 502 KWK “Śląsk” nie przekracza 1%, a w próbce z pokładu 416 tej kopalni osiąga 14%.

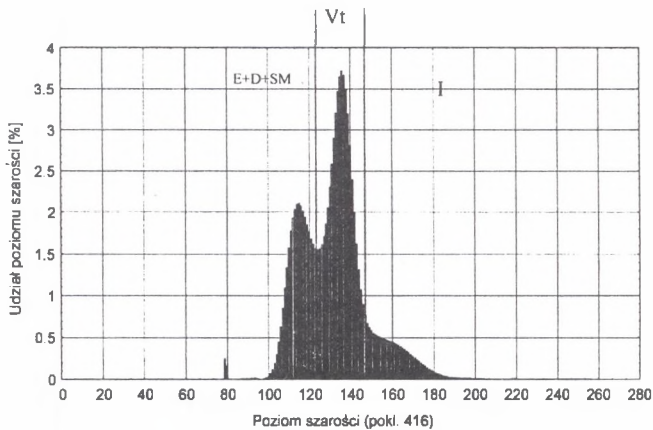
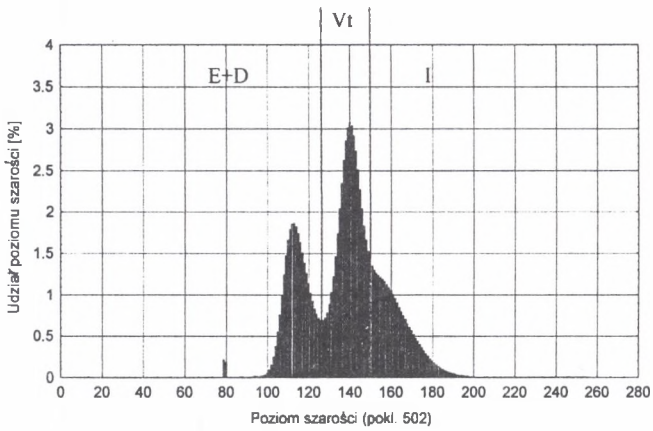
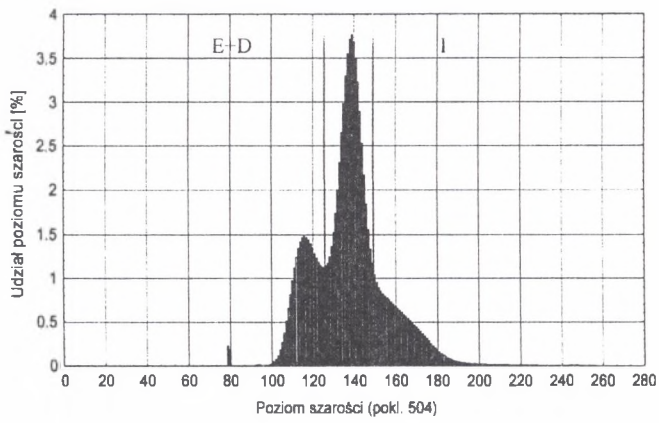
Tabela 1

Wyniki pomiarów refleksyjności witrzynitu i analizy składu petrograficznego badanych próbek węgla

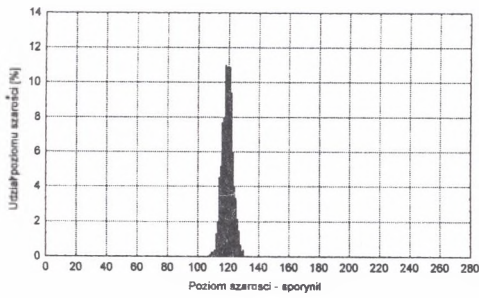
Parametr	Pokład 502 KWK "Śląsk"	Pokład 416 KWK "Śląsk"	Pokład 504 KWK "Wujek"
Vt [%]	55	59	53
E [%]	10	9	7
I [%]	35	18	32
SM [%]	<1	14	8
R _r [%]	0.95	0.81	0.96
s _r [%]	0.07	0.07	0.06

Zbiornicze histogramy poziomów szarości (HPS) wszystkich próbek odznaczają się widocznym podobieństwem (rys.1). Charakteryzują się one występowaniem dwóch maksimów, które odpowiadają poziomom szarości macerałów grupy egzynitu wraz z duracrylem (E+D – rys.1) oraz witrzynitu (Vt). W przypadku próbki z pokładu 416 pierwsze z maksimów odpowiada jeszcze zawartej w próbce substancji mineralnej (głównie minerałom ilastym). Na podstawie analizy kształtu zbiorczych HPS i wykonanych dla poszczególnych macerałów pojedynczych HPS (rys.2) w każdym z histogramów zbiorczych wydzielono trzy wyraźnie zaznaczające się pola: egzynitu z duracrylem E+D (i ew. substancją mineralną E+D+SM), witrzynitu Vt i inertynitu I. Odpowiadają one udziałowi tych składników w węglu.

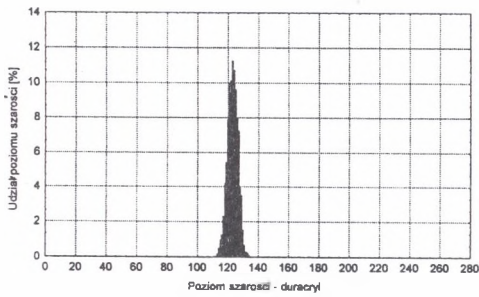
Zestawienie zbiorczych HPS z wynikami oznaczeń składu maceralnego pozwala odnaleźć pewne podobieństwa. Udział poziomów szarości odpowiadających witrzynitowi jest wyższy w tych próbkach, w których w trakcie analizy petrograficznej stwierdzono największe zawartości tego składnika. Jeszcze lepiej ta zależność widoczna jest w przypadku zawartości inertynitu. Pole inertynitowe jest największe w przypadku próbki z pokładu 502 (największa zawartość inertynitu wg analizy standardowej), a zdecydowanie najmniejsze w przypadku próbki z pokładu 416 (niski udział inertynitu). HPS drugiej z tych próbek odznacza się z kolei zdecydowanie największym polem E+D+SM, co odpowiada wysokiej sumarycznej zawartości egzynitu i substancji mineralnej, stwierdzonej analizą petrograficzną.



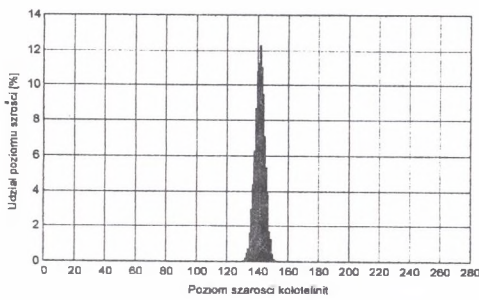
Rys. 1. Zbiornice histogramy poziomów szerokości (HPS) badanych próbek
 Fig. 1. Cumulative grey level histograms of examined coal samples



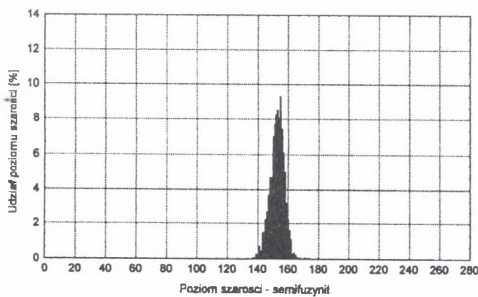
sporynit



duracryl



kolotelinit



semifuzynit

Rys. 2. Przykładowe histogramy poziomów szarości (HPS) pojedynczych macerałów - pokład 504
 Fig. 2. Example of grey level histograms of individual coal macerals - seam 504

Jak widać z przedstawionych wyników, istnieje trudność w rozdzieleniu poziomów szarości i jednocześnie tych elementów histogramów zbiorczych, które odpowiadają duracrylowi, egzynitowi oraz, częściowo, substancji mineralnej. Rozdzielenie to jest jednak niezbędne, by móc dokładnie ustalić skład petrograficzny. W związku z tym autorzy prowadzą próby zmierzające do wykorzystania w preparatyce mikroskopowej innego rodzaju materiałów wiążących, których poziomy szarości różnią się od pozostałych dwóch składników. Możliwa jest także zmiana samej procedury pomiarowej, polegająca na ograniczeniu pola pomiarowego do jak najmniejszych rozmiarów. Spowoduje to zmniejszenie liczby punktów pomiarowych przypadających na duracryl. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że zakres poziomów szarości duracrylu jest niezmienny. Przeprowadzone badania wskazują na to, iż sięga on od poziomu 104 do 126.

Wnioski

Stwierdzono, że zbiorcze histogramy poziomów szarości (HPS) wykonane dla trzech próbek węgla o zbliżonym stopniu uwęglenia ($R_r=0.81 - 0.96\%$), lecz zróżnicowanym składzie petrograficznym, charakteryzują się zbliżonym kształtem i obecnością dwóch maksimum. W każdym z histogramów wydzielono trzy pola odpowiadające zakresom poziomów szarości egzynitu z duracrylem (i substancją mineralną), wityrnytu i inertynitu. Wielkość tych pól jest proporcjonalna do stwierdzonego, w trakcie standardowej analizy petrograficznej, udziału poszczególnych grup macerałów w węglu. Dokładna ocena składu petrograficznego możliwa będzie po wyodrębnieniu duracrylu bądź korekcie procedury pomiarowej.

LITERATURA

1. Diessel C.F.K.: Fluorometric analysis of inertinite. Fuel, Vol 64 1985.
2. Diessel C.F.K., Wolff-Fischer E.: Coal and coke petrographic investigations into the fusibility of carboniferous and permian coking coals, Int. J. Coal Geol., Vol.9 1987.
3. Galbiatti L.J.J.: Machine vision and digital image processing fundamentals. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1990.

4. Kruszewska K.: The use reflectance to determinate maceral composition and the reactive-inert ratio of coal components, *Fuel*, Vol 68 1989.
5. Kruszewska K.: Reactive inertinite: Definition and methods of determination, Pretoria September 1990.
6. Kruszewska K.: Reaktywny inertynit w węglach Południowej Afryki. *Karbo-Energochemia-Ekologia* 1998.
7. Kruszewska K., Misz M.: Inertynit w procesach koksowania i spalania w świetle badań mikroskopowych. Materiały konferencyjne, III Konferencja: Zagadnienia ekologiczne w geologii i petrologii węgla, Gliwice 1999.
8. Kruszewska K., Róg L.: Sprawozdanie z pierwszego ćwiczenia międzylaboratoryjnego uczestników sekcji petrologii węgla P.T.G. 1989.
9. Krzeszowska E.: Wpływ składników petrograficznych na zdolność spiekania węgla w pokładzie 504 na południowym skrzydle siodła głównego Górnosląskiego Zagłębia Węglowego. *Archiwum Katedry Geologii Stosowanej, Pol.Śl. w Gliwicach* 1999.
10. Kwiecińska B.: Reaktywny inertynit w świetle wyników sesji ICCP. Materiały konferencyjne, *Petrologia węgla* 1988.
11. Pearson D.E., Price J.T.: Reactivity of inertinite (coal typing) of Western Canadian Coking coal., *Int. Conf. On Coal Science* 1985.
12. Taylor G.H., Teichmüller M, Davis A., Diessel C.F.K., Littke R., Robert P.: *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger. Berlin - Stuttgart 1998.

Recenzent: Prof. dr hab. Barbara Kwiecińska

Abstract

The aim of the work was to determine possibilities of revealing new method, based on digital picture analysis, which would allow to evaluate maceral composition of coal.

For examination 3 channel samples of coal were used. They were collected from seams 416 and 502 within the area of the "Śląsk" coal mine and seam 504 within the area of the "Wujek" coal mine. In each case mean random reflectance value R_r as well as petrographic composition were determined. Then, with the use of digital image analyser KS-300, made by

Zeiss, cumulative grey-level histograms were prepared. Grey-level histograms for individual macerals were made as well.

The random reflectance (R_r) of coal under investigation varies from 0.81 to 0.96% ($s_r = 0.06 - 0.07\%$). Vitrinite content changes between 53 and 59%, while exinite content doesn't exceed 10%. Percentage of inertinite is diversified and varies from 18 to 35%. Mineral matter content changes from less than 1 to 14%.

Cumulative grey-level histograms for all the samples are characterised by visible similarity. They have similar shape with two maxima. In each of the histograms three areas were observed. They refer to the ranges of grey levels of: exinite-duracryl (bounding substance)-mineral matter, vitrinite and inertinite. The sizes of the areas are proportional to the content of maceral groups in coal, determined during the standard petrographic analysis.