

UWAGI DOTYCZĄCE ILOŚCIOWEJ ANALIZY PETROGRAFICZNEJ PREPARATÓW ZIARNOWYCH WĘGLI

METODY PETROGRAFICZNEGO PROFILOWANIA WĘGLI

W badaniach petrograficznych węgla stosuje się:

- a) makroskopowe profilowanie pokładów węgla;
- b) badanie preparatów cienkich w świetle przechodzącym;
- c) badanie płytek polerowanych w świetle odbitym (analiza jakościowa i ilościowa mikrolitotypów i macerałów);
- d) badanie preparatów ziarnowych w świetle odbitym (analiza ilościowa mikrolitotypów lub macerałów).

Praktyka wykazała, że spośród wymienionych metod w petrograficznej charakterystyce pokładów węgla największe usługi oddaje ilościowa analiza preparatów ziarnowych, m. in. dlatego, że wymaga mało czasu. Również niezbędne tu pobranie próbki brudowej nie przedstawia większych trudności nawet w takich warunkach, w których niemożliwe jest pobranie próbki słupowej.

Na dokładność planimetrycznej analizy preparatów ziarnowych wywierają wpływ własności fizyczne mikrolitotypów. Wyniki badań z dziedziny petrografii i technologii węgla (5, 12) wykazują, że odmiany węgla mają różne własności fizyczne. Węgiel włóknisty (fuzyt), a zwłaszcza jego odmiana miękka, ze względu na swą specyficzną strukturę tkankową jest bardzo kruchy, przy dotknięciu rozsypuje się na pył. Wytrzymałość mechaniczna tej odmiany jest zmienna, a wytrzymałość na ścieranie jest bardzo mała, stąd też udział fuzytu w pyłach i miarach węglowych jest bardzo duży (6). W przeciwieństwie do fuzytu węgiel matowy (duryt) ma dużą twardość i zwięzłość, odznacza się dużą wytrzymałością mechaniczną i w związku z tym gromadzi się w średnich i grubych sortymentach. Odmiana błyszcząca węgla (witryt) wykazuje najmniejszą twardość ze wszystkich mikrolitotypów, a zarazem dużą kruchość spowodowaną obecnością szczeliniek kontrakcyjnych, co obniża jego wytrzymałość mechaniczną. Węgiel

półbyszczący (klaryt) ma zazwyczaj własności pośrednie między durytem a witrytem. Badania nad zawartością wymienionych litotypów w poszczególnych frakcjach ziarnowych otrzymanych w trakcie kruszenia i przesiewania dowiodły, że w miarę zmniejszania się wielkości ziarn maleje zawartość durytu, rośnie witrytu, a we frakcji najdrobniejszej (pył) przeważa fuzyt (2, 6).

Spostrzeżenia te nie zostały dotychczas uwzględnione w ilościowej analizie petrograficznej preparatów ziarnowych. Autorzy przeprowadzili obserwacje zachowania się niektórych mikrolitotypów, a zwłaszcza fuzytu (odmiana miękka) we frakcji 0,5—0,06 mm używanej do sporządzania preparatów ziarnowych. Frakcji 0,06—0 mm (pył), która powstaje w trakcie rozkruszania próbek, nie uwzględnia się w mikroskopowej analizie planimetrycznej ze względu na „nieczytelność”. Dlatego też uogólnianie wyników planimetrycznej frakcji 0,5—0,06 mm może się okazać niedokładne.

BADANIA

W celu wyjaśnienia wspomnianej wątpliwości przeprowadzono badania na próbkach, które sporządzono mieszając w określonych proporcjach wybrane litotypy. Należy w tym miejscu wspomnieć, że termin litotyp został wprowadzony do petrografii węgla przez Międzynarodowy Komitet Petrologii Węgla (4, 9) i odnosi się do technicznych odmian petrograficznych węgla. W myśl uchwał komitetu wyróżnia się cztery litotypy w kamiennych węglach humusowych: a) węgiel błyszczący — vitrain, b) węgiel półbyszczący — clarain, c) węgiel matowy — durain, e) węgiel włóknisty — fusain.

Do badań zastosowano trzy litotypy: węgiel włóknisty miękki (c. wł. 1,3), węgiel matowy (c. wł. 1,34) i węgiel błyszczący (c. wł. 1,35). Nie uwzględniono węgla półbyszczącego, ponieważ ma on zazwyczaj pośrednie własności fizyczne między węglem ma-

wyniszczającym. Poza tym w trakcie kruszenia mogłoby nastąpić częściowe rozfrakcjonowanie klarytu na mikroziarenka matowe lub błyszczące, które przeszkadzałyby w uzyskaniu dokładnych wyników planimetrowania.

Węgle, na których przeprowadzono badania, pochodzą z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i reprezentują typ 32 (gazowo-płomienny). Wyodrębniono z nich litotypy i starannie oczyszczono z wszelkich domieszek i zanieczyszczeń. Duryt oczyszczono z pasm i warstewek węgla błyszczącego oraz mechanicznie wyizolowano soczewki węgla włóknistego.

Badania mikroskopowe przeprowadzono metodą ilościowej analizy ziarnowej według mikrolitotypów. Mikrolitotypy (Streifenarten) w nowoczesnej nomenklaturze węgla są to zespoły składników mikroskopowych, czyli macerałów. Dzieli się one na homogeniczne i heterogeniczne. Do homogenicznych zalicza się wityryt i fuzyt, do heterogenicznych klaryt, wityryneryt, klaroduryt lub duroklaryt i duryt (4). W niniejszym artykule są rozpatrywane trzy mikrolitotypy (fuzyt, wityryt, duryt). Pozostałe mikrolitotypy, jak: klaryt, wityryneryt, duroklaryt i klaroduryt nie są uwzględniane w opisie mikroskopowym ze względu na brak w preparatach węgla półbłyszczącego.

Wprawdzie ostatnie opracowania (7) wykazują, że analiza mikrolitotypów nie wystarcza do rozpoznania własności technologicznych węgla, przy których niezbędna jest ilościowa analiza macerałów, lecz w niniejszej pracy autorzy nie rozpatrują własności koksowniczych, tylko zależności czysto petrograficzne.

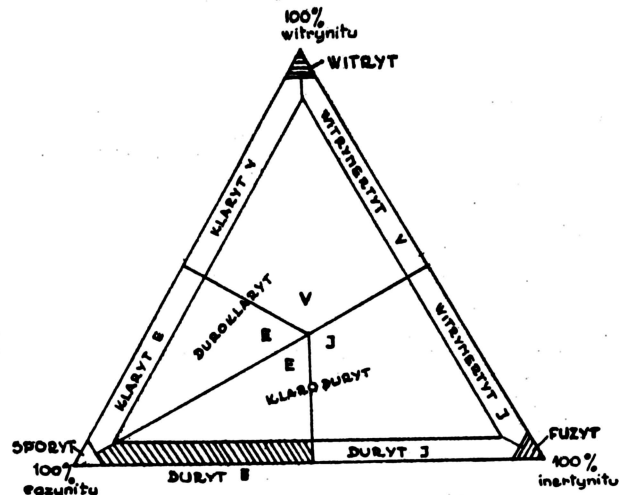
CHARAKTERYSTYKA BADANYCH MIKROLITOTYPÓW

Wityryt. Wyróżniono tu następujące macerały, tj. składniki petrograficzne mikroskopowe, jednorodne pod względem morfologicznym, fizycznym i chemicznym: wityrynit (kolinit i telinit) w ilości około 95%. nieznaczne domieszki egzynitu i inertynitu w ilości ok. 2—3% łącznie. Telinit wykazuje bardzo delikatną strukturę komórkową, niski stopień refleksyjności. Kł. mieści miejscami są żelifikowane, wypełnione kł.

Fuzyt (ocmiekamięka). Wyróżniono fuzynit pusto-komórkowy cienkościenny i grubościenny. Fuzyt grubościenny wykazuje dobrze zachowaną regularną strukturę roślinną, natomiast w cienkościennym obserwuje się często dość silny stopień zniszczenia, sprasowania komórek (Bogenstruktur). Semifuzyt wykazuje dobrze zachowaną strukturę drewna. Komórki ma okrągłe, owalne lub wydłużone, zależnie od przekroju tkanki, na ogół mniejsze od komórek fuzynitu, o mniejszej refleksyjności, natomiast bardziej uwęglone, o ściankach mniej żelifikowanych niż komórki telinitu. Przeliczono preparaty ziarnowe na zawartość fuzynitu i semifuzynitu; fuzyt występuje w ilości 82,5%, semifuzyt 17,5%.

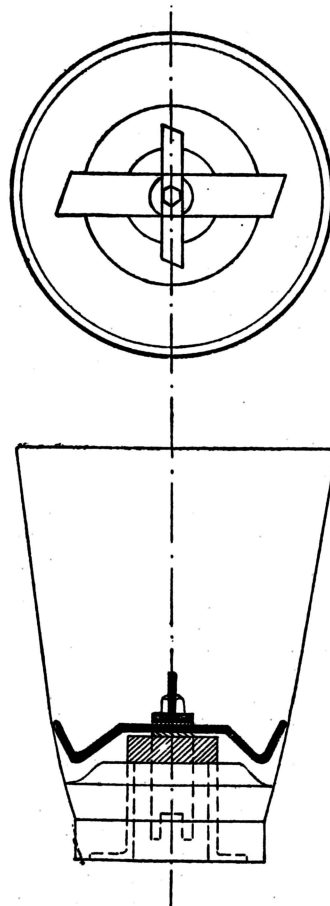
Duryt (bimaceralny) jest zbudowany głównie ze spor, które stanowią tu ok. 80%. W pozostałej ilości występuje mikrynit, a najmniejszy jest udział wityrynytu i fuzynitu (ok. 2—3%). Według W. Francisa, duryt powinien zawierać nie mniej niż 95% egzynitu i inertynitu. Proporcje między tymi dwoma składnikami mogą być różne, lecz każdy powinien być w ilości większej niż wityrynit. W naszym przypadku mamy do czynienia z durytem bogatym w egzynit (duryt egzynitowy). Egzynit składa się prawie w 100% z nabłonków spor. Jest barwy szarobrunatnej (pod obiektywem imersyjny) o wysokim reliefie, niskiej refleksyjności. Drugi macerał — inertynit jest reprezentowany głównie przez mikrynit występujący w 2 formach: a) mikrynit ziarnisty; b) mikrynit masywny, jednolity.

Opisane macerały występujące w mikrolitotypach wybranych do badań najlepiej scharakteryzuje diagram (ryc. 1) przytoczony według W. Francisa (4). W diagramie tym wykorzystany jest podział macerałów oparty na różnicach własności fizycznych



Ryc. 1. Trójkąt przedstawiający macerały w mikrolitotypach wg K. W. Francisa. (Szrafurą oznaczono mikrolitotypy omawiane w niniejszym artykule).

Fig. 1. Triangle showing macerals in the microlithotypes after K. W. Francis. (Dash-lines showing microlithotypes discussed in the paper).



Ryc. 2.

Fig. 2.

i chemicznych, zaproponowany przez Van Krevelena (5). W podziale tym wszystkie składniki mikroskopowe zestawiono w trzech grupach ze względu na zbliżone własności koksownicze pewnych macerałów.

1. Grupa wityrytu „V” (telinit, kolinit),
2. Grupa egzynitu „E” (sporynit, kutynit) + rezynit.
3. Grupa inertynitu „I” (mikrynit, fuzyt, semifuzyt, sklerotynit).

Tabela I

UDZIAŁ TRZECH MIKROLITOTYPÓW WĘGLI WE FRAKCJI
0,5—0,06 mm ZMIESZANYCH W STOSUNKACH 1 : 1 : 1

Nr próbki	Sposób kruszenia	Fracja 0,5—0,06 mm w % obj.		
		Witryt	Fuzyt	Duryt „E”
1	ręczny	40,5	18,0	41,5
2	mechaniczny	41,3	15,4	43,3

Ostatnia grupa macerałów obejmuje substancje koksownicze obojętne (inertne).

W pierwszej fazie doświadczeń mieszano jednakowe objętości witrytu, fuzytu i durytu, a następnie rozkruszano je ręcznie w móżdżerku stalowym. Kruszenie przeprowadzano w ten sposób, że po każdym trzech uderzeniach lekkim tłuczkiem porcelanowym próbkę przesiewano przez zestaw dwóch sit na frakcję 0,5—0,06 mm i frakcję poniżej 0,06 mm. Z frakcji pierwszej wykonano preparaty ziarnowe, które następnie splanimetrowano liniowo na stoliku integracyjnym Leitza. Z pomiaru około 5000 ziarn otrzymano wyniki przedstawione w tabeli I. Przy teoretycznym założeniu, że te trzy składniki mają jednakowe własności fizyczne, stosunek ich w ziarnowym preparacie powinien być taki sam jak w próbce wyjściowej, a więc 1:1:1. W naszym przypadku ilości witrytu i durytu we frakcji 0,5—0,06 mm są podobne, gdy tymczasem fuzytu w tej samej frakcji jest o 46% mniej.

Rozkruszanie ręczne w móżdżerku wymaga ostrożności, cierpliwości i czasu. Jak wykazały nasze doświadczenia, te same próbki rozkruszone przez dwie osoby różnią się często między sobą udziałem poszczególnych frakcji. W związku z tym w toku dalszych badań zastosowano mechaniczne kruszenie próbek na odśrodkowej kruszarce o napędzie elektrycznym (ryc. 2).

Kruszarka mechaniczna składa się ze zwięzającego się ku dołowdra, o dra, o gładkich ścianach wewnętrznych, jej pokrywę, dwóch poziomych i prostopadłe do siebie ustawionych noży, silnika elektrycznego i urządzenia do regulacji obrotów. Kruszarka tego typu ma tę zaletę, że przy odpowiednio dobranej prędkości obrotu noży (która zależy od ilości próbki kruszonej) kruszeniu ulegają duże ziarna, natomiast drobne siłą odśrodkową są unoszone wyżej i wirują poza zasięgiem noży. Kruszenie prowadzone tą metodą powinno być często przerywane, próbka przesiewana, a w miarę zmniej-

Tabela II

Nr próbki	% obj. mikrolitotypów przed kruszeniem			% obj. mikrolitotypów we frakcji 0,5—0,06 mm (po rozkruszeniu)		
	Witryt	Fuzyt	Duryt	Witryt	Fuzyt	Duryt
3	47,5	5,0	47,5	48,5	3,0	48,5
4	45,0	10,0	45,0	47,5	6,0	46,5
5	40,0	20,0	40,0	45,0	10,0	45,0
6	35,0	30,0	35,0	42,0	14,0	44,0
7	30,0	40,0	30,0	40,0	18,5	41,5

szania się próbki należy zmniejszać odpowiednio szybkość obrotów kruszarki. W naszym przypadku kruszenie próbki 4-gramowej prowadzono w 15-sekundowych odstępach czasu, przesiewając ją za każdym razem. Prędkość obrotów kruszarki zmieniano w sposób następujący:

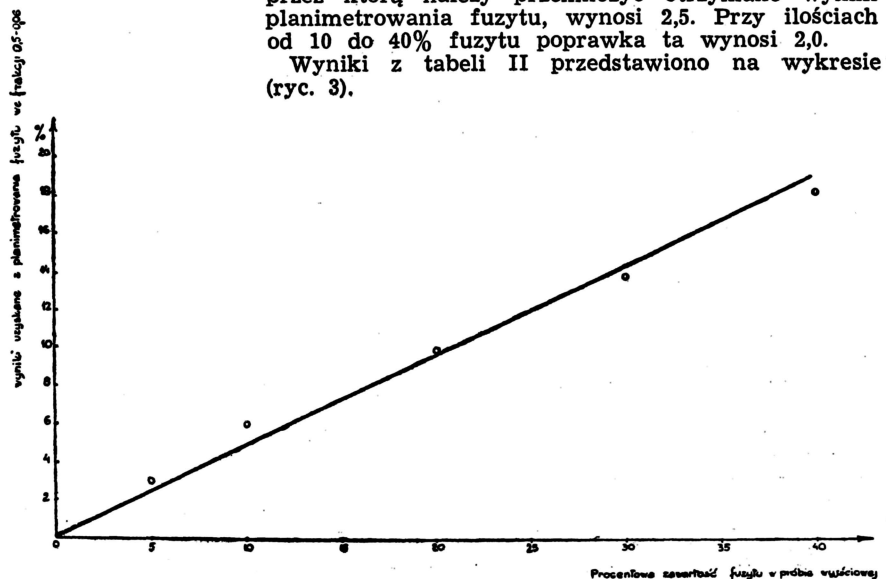
1. 2×15 sek. przy 10 500 obr./min.
2. 6×15 „ „ 8 000 „
3. 2×15 „ „ 5 000 „
4. 1×15 „ „ 3 000 „

Z rozkruszonych w ten sposób próbek zawierających jednakowe objętości witrytu, fuzytu i durytu wykonano preparaty ziarnowe, a następnie je splanimetrowano. Jak wynika z tabeli I, więcej fuzytu przechodzi do frakcji najdrobniejszej niż przy kruszeniu ręcznym, jednak możliwość odtworzenia za każdym razem tych samych warunków kruszenia w kruszarce mechanicznej odgrywa istotną rolę, gdy pokruszone próbki są ze sobą porównywane.

W następnej serii prób tworzone sztuczne mieszanki trzyskładnikowe z założeniem, że stosunek witrytu do durytu w poszczególnych mieszankach wynosi 1:1, a udział fuzytu zmienia się od 5 do 40% w stosunku do całej próbki. Badania te przeprowadzono celem zaobserwowania, jaka jest zależność między ilością fuzytu występującego we frakcji 0,5—0,06 mm (uprzednio z całością próbki rozkruszonego) a jego ilością rzeczywistą (wyjściową). Wyniki planimetrywania zestawiono w tabeli II.

Okazuje się, że przy małej ilości fuzytu miękkiego (5—10%) w próbkach badanych wyniki planimetrywania frakcji 0,5—0,06 mm są zaniżone o około 40%, przy większej (10—40%) wyniki te są zaniżone o około 50%. W celu uzyskania prawdziwych wartości fuzytu należy wprowadzić odpowiednią poprawkę. W badanym przez autorów węglu przy małej ilości fuzytu miękkiego (do 10%) poprawka, przez którą należy przemnożyć otrzymane wyniki planimetrywania fuzytu, wynosi 2,5. Przy ilościach od 10 do 40% fuzytu poprawka ta wynosi 2,0.

Wyniki z tabeli II przedstawiono na wykresie (ryc. 3).



Ryc. 3.

Wyniki uzyskane z planimetrywania fuzytu we frakcji 0,5—0,06. Procentowa zawartość fuzytu w próbce wyjściowej.

Fig. 3. Results obtained after planimetrying of the fusain in fraction 0,5—0,06. Contents of the fusain in the primary sample, in percentage.

Odnosnie do błędu, jakim może być obciążona analiza planimetrowania liniowego, T. Mackowsky (7) wykazała, że suma błędów subiektywnego i błędów spowodowanego sposobem wymieszania ziarn przy 20 liniach pomiarowych nie przekracza 2%. T. Mackowsky stwierdziła także, że błąd spowodowany nierównym wymieszanym ziarn można obniżyć, planimetrując preparat w dwóch prostopadłych do siebie wypolerowanych płaszczyznach.

Metodą bardziej racjonalną i zdobywającą coraz większe uznanie okazało się planimetrowanie punktowe. Za pomocą siatki punktów równo rozmieszczonych na całej powierzchni preparatu można od stworzyć stosunki objętościowe składników występujących w preparacie. Liczba punktów pomiarowych zależy od powierzchni zajmowanej przez poszczególne składniki, a więc jest proporcjonalna do objętości. Odstęp między punktami pomiarowymi powinien odpowiadać średniej wielkości ziarn, a odstępy między rzędami muszą być stałe, tak aby powstała symetryczna siatka. Pomiar ułatwia elektromechaniczne urządzenie, np. Eltinor, które się składa ze stolika automatycznie przesuwającego preparat za naciśnięciem jednego z guzików zapatrzonych w liczniki. Aparat tego typu eliminuje w dużym stopniu błąd subiektywny oraz wybitnie przyspiesza pomiar. Autorzy wykonali planimetry tych samych preparatów ziarnowych na stoliku liniowym Leitz'a i punktowym marki Eltinor. Przy odpowiednio dobranej ilości punktów różnice nie przekraczały 1,5%.

WNIOSKI

1. Na dokładność analizy planimetrycznej preparatów ziarnowych węgla (frakcji 0,5—0,06 mm) mają wpływ własności fizyczne mikrolitotypów a zwłaszcza ich wytrzymałość mechaniczna. Autorzy wykazują, że w mikrolitotypach, na których przeprowadzono badania, 40—50% fuzytu miękkiego przechodzi do frakcji 0,06—0 mm. Frakcja ta jest „nieczytelna” pod mikroskopem i dotychczas nie była uwzględniona w badaniach petrograficznych. W przypadku węgla bogatych w t, a zt, a zwłaszcza w jego odmianę miękką, powinny być przeprowadzane badania na wyodrębnionych przeduprzednio mikrolitotypach celem skorygowania (udokładnienia) wartości otrzymywanych z planimetrowania. Korekcja ta polega na wprowadzeniu odpowiedniej poprawki, którą wyznacza się doświadczalnie w zależności od typu węgla, od warunków, w jakich wykonuje się preparaty ziarnowe. Przez poprawkę tę należy przemnażać wyniki uzyskiwane z planimetrowania fuzytu (zwłaszcza jego odmiany miękkiej). W badanym przez autorów węgla poprawka dla fuzytu miękkiego przy małych jego ilościach (do 10%) wynosi 2,5, a przy większych (10—40%) = 2,0. Uwzględnianie poprawek obliczanych dla fuzytu może mieć duże znaczenie w petrograficznych i technologicznych badaniach węgla.

2. Zastosowanie mechanicznego kruszenia próbek oraz planimetrowanie preparatów ziarnowych węgla na punktowym stoliku elektromechanicznym skraca czas badań i uwalnia otrzymane wyniki od błędów subiektywnych.

LITERATURA

1. Atlas für angewandte Steinkohlenpetrographie. Essen 1951.
2. Battaglia A., Konecki M. — Z badań nad związkiem pomiędzy ciężarem właściwym a składem petrograficznym i niektórymi własnościami węgla. „Przegląd Górny” 1947.
3. Cady G. — Antracologic Analysis. Columbus 1958.
4. Francis W. — Coal Its Formation and Composition. London 1961.

5. Krevelen D. W., Schuyer J. — Coal Science Aspects of Coal Constitution. Amsterdam 1957.
6. Laskowski T. — Wzbogacanie miału węglowego z punktu widzenia petrografii węgla. „Przegl. Gór.-Hut.” 1932.
7. Mackowsky M. Th. — Die quantitativen Methoden zur Kohlenpetrographischen Anschliffuntersuchung, ihre Anwendungsbereiche. „Brennstoff Chemie” 1954, nr 35.
8. Olszewska K. — Badania nad zmiennością składu petrograficznego węgla w pokładach w skali kopalni. Prace GIG Kom. 84. Katowice 1951.
9. Potonié R. — Über den gegenwertigen Stand und weiteren Fortgang des Kohlenpetrographischen, Lexikons (Glossary). Proc. of the International Comm. for Coal Petrology, 1956.
10. Teichmüller M., Parks B. — Comparison of microscopical analysis of coal by transmitted and reflected light methods. Proc. Int. Comm. for Coal Petrology, 1956.
11. Winnicki J., Olszewska K., Magnes C. — Zmienność składu petrograficznego klas ziarnowych w zależności od sposobu kruszenia węgla kamiennych. Prace GIG, Kom. 260. Katowice 1960.
12. Ziolkowski J. — Współczesne kierunki w badaniach petrograficznych węgla. „Przegl. Geol.” 1959, nr 7.

SUMMARY

The article deals with the quantitative petrographical analysis of grain preparation of coals.

In the petrographic analyses of coals the following methods are applied:

- a) macroscoping profiling of coal seams,
- b) investigation of thin sections in translucent light,
- c) investigation of polished sections in reflected light,
- d) investigation of grain preparations in reflected light.

As concerns characteristics of coal seams, the practice has shown that the quantity analysis of grain preparations is, among all the methods, mentioned above, of most important value there.

The coals being investigated originate from the Upper Silesian Coal Basin and represent the type 32 (gas-flame coal). In the present paper there are three microlithotypes discussed, viz: fusain, vitrain and durain.

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена проблеме количественного петрографического анализа гранулометрических препаратов углей.

В петрографических исследованиях углей применяются следующие методы:

- a) макроскопическое профилирование угольных пластов,
- b) исследование шлифов в проходящем свете,
- в) исследование гранулометрических препаратов в отраженном свете.

Как показала практика, наибольшее значение для характеристики угольных пластов из числа перечисленных методов имеет количественный анализ гранулометрических препаратов.

Исследованные угли — тип 32 (газово-пламенный) были взяты в Верхнесилезском угольном бассейне. В статье рассматриваются три микролитотипа — фузит, витрен, дурен.