

ZASTOSOWANIE METODY STATYSTYCZNEJ W ANALIZIE MIKROFLORYSTYCZNO-PETROGRAFICZNEJ DO BADAŃ NAD GENEZĄ POKŁADÓW WĘGLA

UKD 553.94.06:519.2:561:581.3+552.574.085/.086:552.143

W ciągu ostatniego dwudziestolecia badacze zajmujący się zagadnieniami genezy węgla zwrócili uwagę na fakt, że prawdopodobnie istnieją zależności pomiędzy składem zespołów sporowych w pokładach węglowych a charakterem petrograficznym węgla. Prześledzenie tych współzależności może być dobrą metodą badawczą służącą do wyjaśnienia procesów sedimentacji węglotwórczej oraz genezy węgla. Wiadomości o składzie, strukturze i charakterze sedimentu węglowego dostarczają badania petrograficzne, natomiast odpowiedzi na pytanie jaki był materiał wyjściowy (roślinny) dla powstających węgla i w jakich warunkach przebiegać mogła sedimentacja węglotwórcza, dostarczyć mogą badania mikroflorystyczne.

Obecnie w różnych ośrodkach badawczych na świecie (W. Brytania, Francja, RFN, USA, Kanada, ZSRR) są już prowadzone badania na ten temat. Są to jednak najczęściej badania obejmujące tylko pewne elementy tego zagadnienia. Sprowadzają się one zwykle do prześledzenia zmienności zawartości mikrospor w profilach pionowych pokładów, połączone ewentualnie z badaniami mającymi na celu prześledzenie zmian w zespołach sporowych, w tym samym pokładzie, w różnych miejscach jego występowania lub też prześledzenie związków mikrosporowo-petrograficznych w pokładach węgla.

Badania, o których będzie mowa w niniejszym artykule stawiają sobie za cel kompleksowe ujęcie tego zagadnienia we wszystkich możliwych aspektach, tzn. zarówno jeśli chodzi o pełne badania mikroflorystyczne, (mikrosporowe i megasporowe) oraz petrograficzne (makroskopowe i mikroskopowe), aby w ten sposób otrzymać możliwie wszystkie dane o węglu jako sedymencie. Tego rodzaju kompleksowe badania współzależności mikroflorystyczno-petrograficznych w pokładach węglowych nie były dotychczas prowadzone nie tylko w Polsce, ale także i w innych ośrodkach badawczych za granicą.

Zastosowane metody badawcze i interpretacja otrzymanych wyników są całkowicie oryginalne, a wydaje się, że wybór materiału badawczego (pokłady grupy siodłowej w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym) jest wyjątkowo szczęśliwy, ze względu na niepowtarzalny rozwój i strukturę węgla budujących te pokłady, nie mających odpowiednika w innych karbońskich zagłębiach węglowych na świecie.

Materiał badawczy pobrano z pokładów siodłowych z rejonu Zabrze. Z tego rejonu, jak wiadomo, pochodzi pełny, wzorcowy profil tych pokładów dla

całego Zagłębia. Do badań pobrano próbki słupowe z pełnych profili pokładów: 501, 502, 504, 505/1, 506, 507, 509 i 510. Sumaryczna miąższość tych pokładów w miejscu pobrania próbek wynosiła 20,0 m. Próbki słupowe z poszczególnych pokładów dzielono następnie na próbki cząstkowe, zawierające węgle jednorodne petrograficznie. Otrzymano tą drogą 313 próbek, które z kolei dzielono na trzy części przeznaczone do badań mikrosporowych, megasporowych i petrograficznych.

Po wykonaniu analiz obliczono dla każdej próbki cząstkowej spektra mikrosporowe i megasporowe. Spektre mikrosporowe otrzymano z analiz planimetrycznych po oznaczeniu i odliczeniu po 500 egzemplarzy mikrospor w każdym preparacie, a następnie wyliczeniu procentowych udziałów występujących w próbkach rodzajów mikrospor i ziarn pyłku. Łącznie oznaczono i obliczono w ten sposób około 160 tys. egzemplarzy i ta ilość posłużyła jako materiał statystyczny do dalszych przeliczeń.

Spektre megasporowe otrzymano obliczając procentowe udziały poszczególnych rodzajów i gatunków megaspor, występujących w 10 g próbce węgla poddanej maceracji. Łącznie oznaczono około 250 tys. egzemplarzy megaspor, która to ilość służyła do dalszych przeliczeń statystycznych.

Zestawione w profilach pionowych pokładów spektra mikrosporowe i megasporowe z wszystkich próbek cząstkowych wykazują zadziwiającą zbieżność w ilościowym występowaniu niektórych rodzajów mikrospor z określonymi rodzajami lub gatunkami megaspor. Zbieżność ta, poparta danymi o znajomości pokrewieństw między mikrosporami i megasporami w przypadku roślin heterosporowych oraz danymi o przynależności botanicznej spor do roślin macierzystych, pozwoliła na odtworzenie składu zespołów roślinnych, będących materiałem wyjściowym dla powstania każdej próbki cząstkowej.

Z ilościowych danych, dotyczących spokrewnionych ze sobą mikrospor i megaspor, metodą średnich arytmetycznych wyliczono udziały procentowe poszczególnych grup roślinnych w każdej próbce cząstkowej. Obserwując zmienność ilościową zarówno mikroflory, jak i odtworzonych zespołów roślinnych w profilach pionowych pokładów zauważono, że w profilach tych wyróżniają się warstwy węgla o określonych ilościowo cechach florystycznych, wyróżniające się także określoną strukturą petrograficzną makroskopową budujących je węgla.

Po stwierdzeniu tego faktu przystąpiono do ilościowego scharakteryzowania wydzielających się warstw węgla pod względem mikroflorystycznym. Wobec braku wzorców do przeliczeń tego rodzaju metodą kolejnych przybliżeń ustalono, że ganiczną wielkością na podstawie której warstwy te można wydzielić jest równoczesny, conajmniej 50% udział w każdej próbce cząstkowej mikrospor określonego rodzaju w zespole mikrosporowym i taki sam udział współwystępującego z nim rodzaju czy też gatunku megaspor w zespole megasporowym.

Po zbadaniu wszystkich próbek cząstkowych według powyższego kryterium wyliczono, że istnieją trzy rodzaje współzależności:

1. Pierwsza charakteryzuje się dominacją *Densosporites* z mikrospor i *Zonalesporites* z megaspor.

Średnie wyliczone z wszystkich zaszeregowanych na podstawie kryterium ilościowego próbek cząstkowych wykazały, że zawartości *Densosporites* przekraczają 70%, natomiast *Zonalesporites* — 80%. Wśród badanych pokładów warunek przynależności do tej grupy wykazało 118 próbek (na całkowitą ilość 313 próbek), układających się w 48 warstw o miąższościach od 0,04 do 1,5 m, o miąższości sumarycznej przeszło 10,0 m, stanowiąc 50% sumarycznej miąższości wszystkich badanych pokładów.

2. Druga współzależność cechuje się dominacją *Lycospora* z mikrospor współwystępujących bądź to z *Cystosporites*, bądź z *Lagenicula* lub też z *Tuberculatisporites* z megaspor.

Średnie zawartości tych rodzajów, wyliczone z próbek zaszeregowanych według ustalonego kryterium, są następujące:

a. Przy średniej zawartości *Lycospora*, osiągającej ok. 90%, zawartość *Lagenicula* wynosi ok. 70%.

W badanych pokładach występują cztery takie próbki cząstkowe o sumarycznej miąższości 0,33 m, stanowiąc 1,65% miąższości ogólnej badanych pokładów, składające się na trzy warstwy o grubości od 0,085 do 0,155 m.

b. Przy średniej zawartości *Lycospora*, wynoszącej 85%, średnia zawartość *Cystosporites* osiąga ok. 64%. W badanych pokładach występuje 19 próbek cząstkowych spełniających ten warunek, posiadających sumaryczną miąższość 1,385 m, co stanowi 6,92% miąższości ogólnej. Probki te składają się na 10 warstw węgla o grubości od 0,05 do 0,40 m.

c. Przy średniej zawartości *Lycospora*, wynoszącej 80%, *Tuberculatisporites* osiąga 73% średniego udziału. W badanych pokładach warunek ten spełnia 7 próbek cząstkowych o sumarycznej miąższości 0,585 m, co stanowi 2,72% miąższości ogólnej. Probki te składają się na 4 warstwy węgla o grubości od 0,05 do 0,38 m.

3. Trzecia współzależność charakteryzuje się mieszanym zespołem mikrosporowo-megasporowym, w którym żaden z rodzajów mikrospor bądź megaspor nie osiąga 50% średniego udziału w zespole sporowym próbki cząstkowej, względnie tylko jeden z rodzajów megaspor lub mikrospor osiąga tę wartość.

Każdą z trzech grup współzależności scharakteryzowano dodatkowo, wyliczając nie tylko średnie udziały megaspor i mikrospor dominujących, ale także pozostałych rodzajów w zespołach wszystkich próbek cząstkowych. Dane te świadczą o tym, czy zespół mikroflorystyczny jest mniej czy więcej urozmaicony.

Węgłe w wydzielonych grupach warstw charakteryzują się więc zespołami mikroflorystycznymi o określonych cechach jakościowych i ilościowych, z których możliwe jest odtworzenie składu ilościowego i jakościowego zespołów roślinnych będących materiałem torfotwórczym. Posiadają one także określone, typowe dla nich, cechy struktury petrograficznej makroskopowej oraz dający się przedstawić ilościowo średni skład macerałowy, wyrażony procentowymi udziałami trzech grup macerałowych: wityrynytu, inertynitu i egzynitu.

Ogólnie struktura makroskopowa i skład macerałowy dla tych grup przedstawia się następująco:

1. Węgłe grupy *Densosporites-Zonalesporites* to węgłe niepasemkowe, w budowie mikroskopowej których udział poszczególnych grup macerałów jest następujący: wityrynit — ok. 40%, inertynit — ok. 30%, egzynit — ok. 30%.

2. Węgłe grupy *Lycospora* to węgłe pasemkowe, w których udział poszczególnych grup macerałów jest następujący: wityrynit — średnio ok. 70%, inertynit — ok. 11%, egzynit — ok. 16%.

3. Węgłe grupy mieszanej to węgłe o strukturze makroskopowej mieszanej ze zmiennymi udziałami poszczególnych grup macerałowych.

Dla dokładnego zobrazowania składu zespołów florystycznych, będących materiałem wyjściowym dla węgla wszystkich trzech grup wyliczono metodą średnich udziałów mikroflory reprezentującej poszczególne grupy, udziały procentowe grup roślinnych w zespołach florystycznych, przy czym stwierdzono, że zasadniczy zespół węglotwórczy badanych pokładów składa się z: *Lycopsida*, *Sphaenopsida* i *Filicinae*. Stwierdzono także stosunkowo liczny udział zarodników grzybów kopalnych (*Fungi*).

Z wykonanych badań i wyliczeń wnosić można, że badane pokłady utworzone zostały z roślinności, w której dominowały zdecydowanie *Lycopsida* (średnio ok. 85%), przy nieznacznym udziale pozostałych grup roślinnych: *Sphaenopsida* (średnio ok. 6,5%), *Filicinae* (średnio ok. 4,5%). Zarodniki grzybów kopalnych osiągają średnie udziały ok. 2,0%, natomiast na grupę roślin o nieznanym przynależności botanicznej przypada ok. 2,0% średniego udziału w zespole florystycznym.

W podstawowej grupie węglotwórczej, jaką stanowią rośliny widłakowe (*Lycopsida*), wydzielić można dwa zespoły roślinne posiadające kontrastowo różne cechy morfologiczne roślin występujących w zespole florystycznym i charakteryzujące się typowymi dla nich cechami ekologicznymi zespołów flory, a mianowicie:

a) zespół widłaków, w którym dominują rośliny dużych rozmiarów o pokroju drzewiastym, typu *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Bothrodendron* itp., które łącznie osiągają 42% udziału w całym zespole florystycznym;

b) zespół drobnych widłaków zielonych typu *Selaginella*, *Lycopodites* itp., osiągający średnio ok. 43% udziału w zespole florystycznym badanych pokładów.

Po odtworzeniu wszystkich możliwych cech badanych węgla, dla odtworzenia przebiegu sedymentacji węglotwórczej, zastosowano metodę analogii, polegającą na porównaniu mechanizmów procesów torfotwórczych w torfowiskach współczesnych (wg S. Kulczyńskiego, 1939, 1940), ze zjawiskami sedymentacji węglotwórczej w karbonie. Stosując tę metodę interpretacji autorki doszły do wniosku, że sedymentacja badanych pokładów przebiegała w sposób typowy dla torfowisk niskich, przy czym reprezentowane są wszystkie trzy typy tych torfowisk (wg podziału torfowisk S. Kulczyńskiego, 1939, 1940).

Roślinność węglotwórczą stanowią byliny telmatyczne, wśród których wyróżniają się rośliny imersyjne: ogromne byliny o pokroju drzewiastym typu *Lepidodendron*, *Sigillaria* itp., oraz drobne byliny zielone typu *Selaginella* itp., które w określonych warunkach dostarczyły materiału dla powstania takich a nie innych odmian węgla.

Ponieważ na podstawie cech petrograficznych sedymentu, jakim są różne odmiany węgla, i zawartości w nim szczątków organicznych można odtworzyć warunki jego powstawania i następnie przeprowadzić podział tych osadów, a także uporządkować je według określonej kolejności, istnieje więc podstawa do zastosowania pojęcia facji dla wydzielonych warstw węgla.

Kierując się tymi zasadami autorki proponują trzy główne facje węglowe, odpowiadające, jak już wspomniano, trzem różnym typom torfowisk niskich:

1. Facja telmatyczna imersyjna (FTI), reprezentowana przez węgle powstałe z dużych bylin telmatycznych imersyjnych, na dnie zbiornika sedymentacyjnego, pod stosunkowo grubą osłoną wodną, przy ograniczonym dostępie tlenu i stosunkowo niskim bezwzględny poziomie wody gruntowej w torfowisku. Węgle tej facji to węgle pasemkowe, które w budowie mikroskopowej charakteryzują się przewagą macerałów grupy wityrynitowej, przy małej zawartości egzynitu i inertynitu.

2. Facja telmatyczna emersyjna (FTE) reprezentowana jest przez węgle powstałe z drobnych bylin zielnych emersyjnych, przy niegrubej osłonie wodnej, w warunkach silnego utleniania, ale przy niekoniecznie niskim bezwzględny poziomie wody gruntowej w torfowisku. Węgle tej facji to węgle niepasemkowe, charakteryzujące się w budowie mikroskopowej przewagą macerałów grupy inertynitowej przy wysokim udziale macerałów egzynitowych.

3. Facja telmatyczna mieszana, przejściowa (FTM). Są to węgle powstałe z mieszanego imersyjno-emersyjnego zespołu roślinnego w zmiennych warunkach, zarówno co do poziomu wody w torfowisku, jak i osłony wodnej dla powstającego torfu. Węgle tej facji to węgle o strukturze mieszanej. Facja ta jest wyrazem zmieniających się stopniowo warunków sedymentacji torfowej od facji telmatycznej imersyjnej do emersyjnej i odwrotnie.

SUMMARY

The paper presents problems discussed on the IIIrd Symposium on the Application of Mathematic Methods in Geology organized in 1974 by the Institute of Regional Geology and Coal Deposits of the Academy of Mining and Metallurgy in Cracow and by the Polish Geological Society.

During the last 20 years studies on the origin of coal deposits have shown that there seems to be an interdependence between the composition of spore assemblages occurring in coal seams and the petrological characteristics of the coals. Analysis of this interdependence may be an useful tool for explanation of the processes of coal-forming sedimentation and the origin of the coals. The studies discussed in the paper are aimed at a complex treatment of this problem involving all its aspects, i.e. an overall analysis of coal microflora (microspores and macrospores) and petrological macro- and microscopic studies.

The research methods and the interpretation of the results obtained are entirely new. The material studied has been taken from coal seams of the Siodowa group from the Upper Silesian Coal Basin. The studies, briefly treated in the paper, may serve as an example of a possibility of quantitative treatment of the phenomena of coal-forming sedimentation. Very simple estimations, as those presented here, may give a reliable basis for drawing conclusions concerning sedimentary-facies conditions under which various coal types originated and may contribute to final solution of the problem of the origin of coal.

W profilach pionowych badanych pokładów wydzielone facje węglowe układają się w typową sekwencję, stanowiącą pełny cykl sedymentacji węglotwórczej, w kolejności od facji imersyjnej przez mieszaną (przejściową) do emersyjnej, odpowiadając sukcesywnemu narastaniu odmian torfowiskowych w profilach pionowych pokładów i świadczących niezbicie o torfowiskowym, a więc autochtonicznym pochodzeniu wszystkich odmian humusowych węgla karbońskich.

Wykonane badania, przedstawione w niniejszym artykule w ogromnym skrócie, są typowym przykładem, że istnieje możliwość ilościowego ujmowania zjawisk sedymentacji węglotwórczej, a na podstawie otrzymanych wyliczeń, w tym przypadku najprostszyc przeliczeń statystycznych, można wyciągać daleko idące wnioski nie tylko co do warunków sedymentacyjno-facjalnych powstawania różnych odmian węgla, ale także można będzie rozwiązać zagadnienie genezy węgla w ogóle.

Zagadnienia poruszone w niniejszym artykule przedstawione były na III Sympozjum Zastosowania Metod Matematycznych w Geologii, zorganizowanym przez Instytut Geologii Regionalnej i Złóż Węgla Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Polskie Towarzystwo Geologiczne, w styczniu 1974 r.

РЕЗЮМЕ

Представленные в статье проблемы рассматривались на III Симпозиуме по применению математических методов в геологии, организованном Институтом региональной геологии и угольных месторождений Горно-Металлургической академии в Кракове и Польским геологическим обществом в 1974 г.

В течение 20-летнего периода исследований проблемы генезиса углей неоднократно обращалось внимание на вероятную связь между составом спорных комплексов в угольных пластах и петрографическим составом углей. Анализ этой связи может дать надежный метод изучения процессов углеобразования и генезиса угля. Исследования, о которых говорится в статье, предусматривали комплексный подход к этой проблеме, учитывающий полные микрофлористические (микроспоровые и мегаспоровые) анализы и микроскопические и макроскопические петрографические исследования.

Применялись совершенно новые методы исследований и интерпретации полученных данных. Материалом в исследованиях послужили образцы, взятые в пластах углей седловой группы Верхнесилезского угольного бассейна.

Проведенные работы изложены здесь в самом кратком виде, являются наглядным примером того, что существует возможность количественного представления процессов углеобразования и что путем простых расчетов можно получить данные относительно условий осалконакопления разных типов углей и для выяснения генезиса углей вообще.