

Wykorzystanie materiału palinologicznego do określenia stopnia metamorfizmu materii organicznej metodą TAI

Marta Waksmundzka*

Od kilku lat w Państwowym Instytucie Geologicznym materiał palinologiczny jest badany nie tylko pod względem paleontologicznym i stratygraficznym, ale także pod kątem określenia wskaźnika barwy sporomorf — TAS = TAI (*Thermal Alternation Scale = Thermal Alternation Index*). Wskaźnik ten uwarunkowany jest metamorfizmem materii węglistej wchodzącej w skład budowy spor i ziarn pyłków [1, 3, 7].

Mikroskopowa analiza zmienności barwy sporomorf daje możliwość określenia wartości termicznej dojrzałości osadów — TAI i umożliwia przybliżoną korelację z wartością refleksyjności wityrytu — R_o , która jest podstawowym wskaźnikiem określającym stopień zmetamorfizowania materii organicznej. Wskaźniki TAI i R_o odzwierciedlają przede wszystkim gradienty geotermiczne i efektywny czas grzania, jakim poddana została analizowana materia organiczna. Wymienione parametry określają stan zaawansowania termodynamicznej transformacji materii organicznej w substancję węglowodorową, stopień termicznej dojrzałości materii organicznej oraz potencjał generacyjny węglowodorów płynnych i gazowych.

W niniejszym artykule podjęto próbę zestawienia podstawowych parametrów termicznych przemian materii organicznej w produkty węglowodorowe na podstawie najnowszych prac badaczy amerykańskich, zachodnioeuropejskich i rosyjskich uwzględniających wskaźniki przeobrażenia substancji węglistej R_o i TAI (tab.1). Badacze ci przyrównują wartość wskaźników R_o i TAI do stadiów dojrzałości i stopni katagenezy materii organicznej, faz generowania i jej produktów oraz odpowiadającym im temperaturom warunkującym możliwość generowania i zachowania węglowodorów.

Autorka przeprowadziła analizę stosowanych skal kolorystycznych opracowanych na podstawie zmian barwy egzyny w materiale palinologicznym.

Skala pięciostopniowa opracowana po raz pierwszy przez Staplina [8] i nazwana *Thermal Alternation Scale* (TAS) była następnie kilkakrotnie udoskonalana. Batten [1] wykorzystał pięciostopniową skalę kolorystyczną Staplina do opracowania siedmiostopniowej skali *Thermal Alternation Index* (TAI) wiążąc poszczególne kolory z refleksyjnością wityrytu, co pozwoliło na zobiektywizowanie tej skali. Batten [2] opracował również dla wszystkich wydzieleni skali TAI kolorowe wzorce, co podwyższyło jakość skali. Przedstawiona przez autora skali tablica obejmuje kolory od żółtego poprzez jasnobrązowy, żółtopomarańczowy, jasnośredniobrązowy, ciemnobrązowy, bardzo ciemno brązowoczarny po czarny. Kolor żółty potwierdza wartość TAI 2/3 i R_o –0,35%, żółtopomarańczowy TAI–3 i R_o –0,45%, jasnośredniobrązowy TAI–4 i R_o –0,65%, ciemnobrązowy TAI–5 i R_o –0,95%, bardzo ciemnobrązowoczarny TAI–6 R_o –2% i czarny TAI–7 i R_o –3%.

W pracy dokonano korelacji najczęściej używanych skal barwy egzyny odpowiadających różnym stadiom przeobrażenia materii organicznej (tab.1). W zestawieniu zaznaczają się wyraźnie trzy punkty charakterystyczne zmiany barwy egzyny miospor, odpowiadające wartościom refleksyjności wityrytu R_o –0,5; 1,35; 2%. Wartości te odpowiadają następującym zmianom barw egzyny:

R_o –0,5 od żółtopomarańczowej do jasnośredniobrązowej,

R_o –1,35 od ciemnobrązowej do bardzo ciemnobrązowej,

R_o –2,0 od bardzo ciemnobrązowej do czarnej.

Punkty charakterystyczne odpowiadające wartości refleksyjności wityrytu R_o –0,5 i 2,0 są wspólne z niewielkim przybliżeniem dla wszystkich analizowanych skal. Punkt odpowiadający refleksyjności wityrytu R_o –1,35 jest uwzględniony w większości skal, jednak nie we wszystkich. Wydaje się, że trzy punkty mają charakter obiektywny, w przeciwieństwie do licznych innych granic w poszczególnych skalach sprawiających wrażenie mocno subiektywnych.

W wyniku porównania istniejących skal autorka jest zdania, że skala zaproponowana przez Battena [2] jest najbardziej precyzyjnym i kompletnym opracowaniem dla określenia stopnia przeobrażenia materii organicznej i wyciągnięcia dalszych wniosków określających warunki generacji węglowodorów.

Przedstawione punkty odpowiadają granicom głównych faz generacji węglowodorów w skali opracowanej przez AMOCO (*Correlation of Thermal Maturation Indices*) według następującego schematu:

R_o	Faza		TAI
	Niedojrzała	Undermature	
0,5	Dojrzała	Mature I	3/4
1,35	Przejściowa	Mature II	5/6
2,0	Zmetamorfizowana	Overmature	6/7

Z zestawienia przedstawionych parametrów obejmujących związek stanu metamorfizmu organicznego i procesów generacyjnych wynikają następujące uogólnienia:

□ niejednoznacznie przedstawione w analizowanych pracach dane dotyczące środowiska, procesów i stopnia przeobrażenia materii organicznej udało się skorelować, czego wynikiem jest załączona tabela porównawcza (tab.1),

□ porównanie skal kolorystycznych pozwala potwierdzić obecność punktów charakterystycznych odpowiadających refleksyjności wityrytu R_o –0,5; 1,35; 2,0. Punkty te są wspólne dla wszystkich (R_o –0,5 i 2,0) lub większości (R_o –1,35) skal opracowanych przez różnych autorów,

□ zestawienie skal wykazuje, że kolor żółty i żółtopomarańczowy egzyny odpowiada fazie niedojrzałej, pomarańczowy i pomarańczowobrązowy fazie dojrzałej, cie-

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Ro	BATTEN, 1982, 1985					JENYON, 1990				MUKHOPADAHYAY, 1992		
	TAI	KOLOR MIOSPOR	STOPIEŃ DOJRZAŁOŚCI MATERII ORGANICZNEJ	PRODUKTY WĘGLOWODORÓW	PALEOTEMPERATURA (°C)	KOLOR MIOSPOR	STADIA METAMORFIZMU ORGANICZNEGO	FACJE METAMORFIZMU ORGANICZNEGO	PRODUKTY	KOLOR MIOSPOR wg STAPLINA	PROCES	ZONY GENERACJI WĘGLOWODORÓW
0.2	1/2 2	1/2 żółty	1/2									
0.3	2 2/3	2/3 jasno-brązowy	2/3		30-60	żółty	STADIUM DIAGENETYCZNE	NIEDOJRZAŁA		żółty	DIAGENEZA	
0.4	3	3 żółto-pomarańczowy	3									
0.5	3/4 4	3/4 jasno-srebrny brązowy	3/4	początek ciekłych węglowodorów								
0.6	4	4 jasno-brązowy	4									
0.7	4/5	4/5 ciemno-brązowy	4/5	próg generacji gazu mokrego	80	żółto-pomarańczowy	STADIUM KATAGENETYCZNE	DOJRZAŁA	GLÓWNE OKNO ROPY NAFTOWEJ			
0.8	5	5	5	próg generacji gazu suchego								
0.9	5	5	5	zanik tworzenia ciekłych węglowodorów								
1.0	5/6	5/6	5/6		120-170							
1.2	5/6	5/6	5/6									
1.35	6	6 bardzo ciemno-brązowo-czarny	6	zanik gazów mokrych		ciemno-brązowy			WET GAS / CONDENSATE ZONE			
2	6	6	6									
3	7	7 czarny	7	zanik gazów suchych	170-180	ciemno-brązowo-czarny	STADIUM METAGENETYCZNE	ZMETAMORFIZOWANA	TERMAL lub DRY GAS			
4					200							
5												

Tab. 1. Porównanie i próbna korelacja zmienności parametrów termicznych; *Mk₁ — obszar maksymalnego akumulowania ropy naftowej

mnobrazowy i czarny zaś fazie zmetamorfizowanej, co potwierdza wykorzystanie palinologii do wniosków petrograficznych,

□ zastosowanie skali *TAI* pozwala bezpośrednio wyróżnić granice głównych faz generowania węglowodorów, które odpowiadają wartościom *TAI* 3/4, 5/6 i 6/7 w skali Battena i pozwalają bezpośrednio określić na tej podstawie granice głównych faz generowania węglowodorów,

□ określenie wartości *TAI* pozwala przedstawić warunki geotermiczne sprzyjające tworzeniu i zachowaniu złóż węglowodorów. Służą temu różne diagramy przedsta-

wiające zależność wskaźnika *R_o* i *TAI* od maksymalnej temperatury (*T_{max}*), efektywnego czasu grzania (*Te*), maksymalnego pograżenia (*H_{max}*) oraz gradientu geotermicznego (Grad *T*),

□ analiza materiału palinologicznego z osadów mezozoiku Niziu Polskiego (Gronowo GN-1, Bodzanów GN-3, Poddębice PIG-2, Byczyna-1) pod kątem oceny stopnia dojrzałości materii organicznej wykazała obecność w analizowanym materiale m.in. substancji organicznej dojrzałej, która odpowiada głównej fazie generowania węglowodorów ciekłych.

BUSTIN & BARNES, 1984			PARPAROVA & ŽUKOVA, 1990					VASOJEVICZ i in. 1976			AMOCO
KOLOR MIOSPOR	POZIOMY DIAGENETYCZNE	GENERACJA WĘGLOWODORÓW	KOLOR MIOSPOR	SKALA GRADACJI KATAGENEZY (UWĘGLENIE)	ORIENTACYJNA GŁĘBOKOŚĆ (km)	WSPÓŁCZYNNIK ZAŁAMANIA	GENERACJA WĘGLOWODORÓW	STADIA I PODSTADIA LITOGENEZY	ORIENTACYJNA GŁĘBOKOŚĆ (km)	GENERACJA WĘGLOWODORÓW	PALEOTEMPERATURA (°C)
	żółtopomarańczowy			PROTOKATA- GENEZA	1-3	do 1.72		PROTOKATA- GENEZA	1-3		
	EOGENEZA	EARLY GAS	żółty	— 0.25 —				— 0.25 —			
				PK(B)				PK ₁			
				— 0.45 —				— 0.3 —			
				MK ₁ (D)		1.72-1.76		PK ₂			
				— 0.65 —				— 0.4 —			
				MK ₁ (G)		1.76-1.81		PK ₃			50-80
				— 0.85 —				— 0.5 —			
				MK ₁ (2)	2-6			MK ₁ *			
				— 1.15 —				— 0.65 —			
				MK ₁ (K)		1.81-1.88		MK ₁ **			50-90
				— 1.55 —				— 0.85 —			
				MK ₁ (OC)		1.8-1.9		MK ₂			60-140
				— 2.0 —				— 1.15 —			
				AK ₁ (T)		1.96-2.0		MK ₃			110-200
				— 2.5 —				— 1.55 —			
				AK ₂ (A ₁)	3-9	1.99-2.06		MK ₄			190-300
				— 3.5 —				— 2.0 —			
				AK ₃ (A ₂)				— 2.5 —			
				— 5.0 —				— 3.5 —			
				— 5.0 —				AK ₃			300-400

Literatura

- BATTEN D. J. 1982 — J. microp., 1: 107-114.
- BATTEN D. J. 1984 — Pollen/spore color standart „Munsell color standarts (Matte finish). Version 2”.
- BATTEN D. J. i GAUPP R., 1985 — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 3: 157-175.
- BUSTIN R. M., BARNES M. A. 1984 — Geosc. Canad., 12: 4-21.
- JENYON M. K. 1990 — Oil and Gas Traps Aspects of their Seismostratigraphy, Morphology and Development. Co-up. Int. Ltd: 1-398.
- MUKUPADAHYAY P. K. 1990 — Development in Sedimentology, 47: 435-508.
- PARPAROVA G. M., ŽUKOVA A. V. 1990 — Ugliepetrografickieskie metody w izuczeni osadocznych parod i poleznych iskopajemych. Niedra: 1-307.
- STAPLIN F. L. 1969 — Bull. Can. Petroleum Geol., 17: 47-56.
- VASSOJEVICZ I. B., NIERUCZEV S. G., ŁOPATIN N. W. 1976 — O szkale katageneza w swjazi z neftegazobrazowaniem. Izd. Nauka: 1-307.
- WOOD D. G. 1992 — The Significance of Reworked Palynomorphs in Multidisciplinary Studies. Pap. pres. at the A.A.S.P. Meeting and 8-th I.P.C.