

Wiesław GABZDYL

NOWY PODZIAŁ WITRYNITU WG ICCP¹⁾ SYSTEM 1994

Streszczenie. ICCP System 1994 zastąpił dotychczasowy System Stopes Heerlen. Grupa wityrynitów, wyodrębniona na podstawie refleksyjności, została podzielona na podgrupy różniące się stopniem rozkładu, a występujące w nich macerały morfologią i stopniem żelifikacji.

THE NEW SUBDIVISION OF THE WITRINITE AFTER THE ICCP SYSTEM 1994

Summary. The ICCP System 1994 replaced previous Stopes Heerlen System. Vitrinite group, distinguished on the basis of reflectance, has been divided into subgroups differing in the degree of decomposition, and macerals included in the subgroups display different morphology and gelification degree.

Wstęp

Podczas 46 Sesji Międzynarodowego Komitetu Petrologii Organiczej i Węgla w Oviedo w Hiszpanii w 1994 r. przyjęto do stosowania nowy podział i terminologię macerałów grupy wityrynitów [3]. Ostateczny kształt tego podziału, terminologia i opis grupy wityrynitów zostały udostępnione członkom ICCP w postaci publikacji wewnętrznej [6].

Dotychczasowy podział i terminologię macerałów grupy wityrynitów wg Systemu Stopes Heerlen [4] uznano za niewystarczające, zwłaszcza na potrzeby petrologów, prowadzących badania naukowe dla nowoczesnych zastosowań węgla, jak również badania naukowe nad rozproszoną materią organiczną w skałach osadowych dla geologii ropy naftowej i gazu ziemnego.

Nowy system podziału macerałów grupy wityrynitów różni się w sposób zasadniczy od Systemu Stopes Heerlen wprowadzeniem podziału na podgrupy telowityrynitów, de-

¹⁾ Skrót ang. ICCP - International Committee for Coal and Organic Petrology (Międzynarodowy Komitet Petrologii Organiczej i Węgla).

trowitrynit i żelowitrynit, którego dotychczas nie było. Podgrupy wyodrębnia się według stopnia rozkładu (destrukcji) materiału roślinnego. Macerały w poszczególnych podgrupach wydziela się stosując jako kryterium ich budowę morfologiczną i/lub stopień żelifikacji. Konieczne było zmienienie niektórych nazw, tak by terminologia była bardziej przystępna i by wskazywała na przynależność do określonego poziomu podziału.

Przedrostki w nazwach podgrup wskazują na stopień rozkładu (telo-, detro- i żelowitrynit). W nazwach macerałów zastosowano terminy proste, wskazujące na dość czystą substancję (telinit, żelinit) i terminy z przedrostkami, wskazującymi na żelifikację substancji (kolotelinit, kolodetrynit) lub występowanie charakterystycznej morfologii (korpożelinit).

Nowy podział witrynit w węglu kamiennym na podgrupy koreluje dokładnie z podziałem grupy huminitu w węglu brunatnym na podgrupy (tab.1). W ten sposób łatwiej jest uniknąć nieścisłości i porównywać ze sobą oba podziały. Granicą umowną, która rozdziela witrynit od huminitu, jest wartość refleksyjności 0,5% R_r, czyli średniej zdolności odbicia światła witrynit (ang. random vitrinite reflectance).

Tabela 1

Porównanie podgrup macerałów grupy witrynit
i grupy huminitu

Węgiel średniowęglony (węgiel kamienny)		Węgiel niskowęglony (węgiel brunatny)	
Grupa macerałów	Podgrupa macerałów	Grupa macerałów	Podgrupa macerałów
Witrynit	Telowitrynit	Huminit	Humotelinit
	Detrowitrynit		Humodetrynit
	Żelowitrynit		Humokolinit

W międzynarodowej klasyfikacji węgla w pokładach [2] wartość 0,5% R_r przyjęto także jako granicę pomiędzy węglem nisko- i średniowęglonym, co odpowiada gra-

nicy pomiędzy węglem brunatnym i węglem kamiennym. W nowym podziale wityrytu wg ICCP System 1994 zastosowano dla węgla o różnym stopniu uwęglenia terminologię międzynarodowej klasyfikacji węgla w pokładach, tj. węgiel niskouwęglony dla węgla brunatnego, węgiel średniouwęglony dla węgla kamiennego i węgiel wysokouwęglony dla antracytu.

Wprowadzony podział wityrytu wg ICCP System 1994 winien być uwzględniony przy korzystaniu z podręczników z zakresu petrologii węgla [1,5], a także podręcznego dla petrografów Leksykonu [4].

Tabela 2

Podział macerałów grupy wityrytu wg ICCP System 1994

ICCP System 1994		Odpowiedniki terminów w Systemie Stopes Heerlen
Podgrupa	Macerał	
Telowityryt	Telinit	Telinit (Stopes, 1935)
	Kolotelinit	Telokolinit (ICCP, 1971)
Detrowityryt	Witrodetrynit	Witrodetrynit (ICCP, 1970)
	Kolodetrynit	Desmokolinit (ICCP, 1971)
Żelowityryt	Korpożelinit	Korpokolinit (ICCP, 1971)
	Żelinit	Żelokolinit (ICCP, 1971) Kolinit (Stopes, 1935)

Wityryt (ICCP System 1994)

Termin wityryt został wprowadzony po raz pierwszy przez M.C. Stopes w 1935 r. dla rozpoznawalnego mikroskopowo składnika węgla średniouwęglonego, w którym jest on głównym komponentem węgla błyszczącego.

Grupa macerałów wityrynit wykazuje mikroskopowo barwę szarą i refleksyjność ograniczoną refleksyjnością ciemniejszych macerałów grupy liptynit i jaśniejszych macerałów grupy inertynitu, w obszarze uwęglenia, w którym te trzy grupy mogą być prawidłowo rozpoznawane.

Wityrynit występuje w węglu w postaci pasemek lub soczewek o grubości od kilku mikrometrów do kilku centymetrów. Tworzy także węglową masę zasadniczą, wiążącą inne składniki węgla lub impregnuje przestrzenie komórkowe składników o budowie tkankowej, a także pory i szczeliny.

W skałach osadowych wityrynit występuje albo w formie pojedynczych pasemek i skupień soczewkowatych, albo ostrokrawędzistych i zaokrąglonych okruchów.

Wyróżniany niekiedy tzw. ciemny wityrynit charakteryzuje się, w porównaniu z pozostałymi macerałami grupy wityrynit z tego samego węgla, wyraźnie niższą refleksyjnością i silniejszą fluorescencją. Jest on głównym składnikiem wityrynit w węglu sapropelowym, a także zasobnym w wodór węgla humusowym. Termin ciemny wityrynit ma więc szersze znaczenie pojęciowe niż termin saprowityrynit. Niższa refleksyjność ciemnego wityrynit jest spowodowana obecnością impregnacji bitumicznych, pochodzenia lipidowego. Do ciemnego wityrynit zaliczyć można degradynit, występujący w niektórych węglach trzeciorzędowych.

Zarówno barwa, jak i refleksyjność wityrynit zmieniają się zależnie od stopnia uwęglenia. W węglu niskouwęglonym i niedojrzałych termicznie osadach jest to barwa ciemnoszara, a w węglach średnio- i wysokouwęglonych i odpowiadających im stopniem uwęglenia skałach osadowych barwa od jasnoszarej do białej. Refleksyjność R_r , mierzona w imersji w tym zakresie barwy waha się w granicach od 0,5% do > 7%. Anizotropia optyczna rośnie także wraz ze wzrostem stopnia uwęglenia, z wyjątkiem kiedy uwęglenie jest skutkiem metamorfizmu kontaktowego. Stąd też zaleca się przy uwęgleniu $R_r > 1,3$ % pomiary refleksyjności maksymalnej R_{max} a nie średniej R_r . Wartości refleksyjności wityrynit w danym pokładzie węgla czy też osadzie mogą się różnić odpowiednio do różnej genezy macerałów tej grupy, stopnia diagenety lub wpływu czynnika termalnego. Krzywa rozkładu pomiarów refleksyjności (reflektogram) staje się wtedy niegaussowska, spłaszczona w kierunku niższych lub wyższych wartości. Zjawisko to zwraca uwagę w węglach niskouwęglonych i odpowiadających im osadach. W węglach wysokouwęglonych i odpowiadających im osadach takie różnice w refleksyjności wityrynit mogą być rezultatem przejścia od syme-

trii jednoosiowej do dwuosiowej. W wyższym obszarze średniego uwęglenia, gdy jest jeszcze rozpoznawalny liptynit, refleksyjność wityrnytu jest przewyższana przez refleksyjność liptynitu. Przy wysokim uwęgleniu, gdy $R_r > 4,0\%$, refleksyjność wityrnytu i liptynitu może być większa niż refleksyjność inertynitu.

Barwa fluorescencji i intensywność fluorescencji są różne dla macerałów grupy wityrnytu zależnie od stopnia uwęglenia i bituminizacji. Wityrnytu zaczyna fluoryzować przy wartości $R_r \sim 0,5\%$, a osiąga maksymalną intensywność w zakresie $R_r = 1,0 - 1,2\%$, po czym gwałtownie spada. Barwa fluorescencji zmienia się od czerwono-pomarańczowej do czerwono-brązowej i zaznacza się najwyraźniej w składnikach atrytowych wityrnytu (w kolodetrynii).

Wityrnytu jest składnikiem miękkim, nie wykazuje w stosunku do liptynitu i inertynitu reliefu, z wyjątkiem korpożelinitu. Powierzchnie wityrnytu w skałach osadowych są gładkie. Relief wityrnytu może wystąpić na tle żywicy użytej jako spoiwa w preparacie mikroskopowym.

Wityrnytu w porównaniu do liptynitu i inertynitu wykazuje wysoką zawartość tlenu. W jego składzie pierwiastkowym, zależnie od uwęglenia występuje 77 - 96, rzadziej 98 % węgla, 6 - 1% wodoru (w perantracytach 0,2%) i 16 - 1% tlenu. Zawartość węgla w procesie uwęglania wzrasta równomiernie, natomiast zawartość tlenu maleje. W wityrnytu o zawartości około 85% C^{daf} (1,0 - 1,1% R_r) występuje najwyższa zawartość wodoru.

Wityrnytu jest zasobny w wiązania aromatyczne. Jego aromatyczność rośnie z uwęgleniem od około 70% C^{daf} dla wiązań aromatycznych w twardym węglu brunatnym do powyżej 90% w antracycie. Aromatyczność jest tym wyższa, im niższy jest stosunek atomowy H/C i O/C. Koncentracja heteroatomów tlenu, azotu i siarki spada ze wzrostem uwęglenia. Grupy funkcyjne to: - COOH, - OH, > C=O, - C - OC -. Azot występuje głównie jako aminy, siarka jako tiole i siarczki w pierścieniach heterocyklicznych. Wityrnytu zawiera także różne składniki alifatyczne, które mogą być przez niego (szczególnie przez ciemny wityrnytu) absorbowane.

Wityrnytu jest pochodną tkanek ligninowo-celulozowych korzeni, łądyg, pni, kory i liści. W zależności od zaawansowania rozkładu, żelifikacji i uwęglenia, budowa komórkowa wityrnytu jest w różnym stopniu zachowana i widoczna mikroskopowo. Macerały grupy wityrnytu wykazują różne struktury, co jest wynikiem przyczyn i kierun-

ków przeobrażeń w warunkach anaerobowych paleotorfowiska. Występuje zarówno w węglu, jak i w łupkach węglowych. Jest głównym składnikiem węgla błyszczącego w takich mikrolitotypach, jak wityt, witynertyt i klaryt.

Częściej występuje on w karbońskich pokładach węgla półkuli północnej (60 - 80% obj.) niż w pokładach węgla formacji Gondwany (< 20% obj.) czy też w kredowych pokładach węgla Ameryki Północnej. Węgłe trzeciorzędowe są na ogół bogate w witynit. W skałach osadowych witynit jest głównym składnikiem kerogenu typu III.

Dominujący udział witynit w budowie większości węgla powoduje, że ma on zasadniczy wpływ na procesy technologiczne, którym poddawany jest węgiel. Witynit w węglu średniowęglonym (węglu kamiennym) przechodzi łatwo w stan plastyczny w procesach karbonizacji, wpływa też na przebieg i produkty uwodornienia i spalania. Jakość witynit pogarsza się w wyniku utleniania.

Witynit jest głównym źródłem pierwotnego gazu naturalnego.

Telowitynit (ICCP System 1994)

Termin ten został wprowadzony przez ICCP w 1994 r. dla oznaczenia witynit u budowie komórkowej, widocznej lub nie widocznej w świetle odbitym białym. Telowitynit jest obecnie nazwą podgrupy macerałów, obejmującą witynity z zachowaną strukturą botaniczną. Należą do niej macerały - telinit i kolotelinit, wyróżniane na podstawie zróżnicowania stopnia żelifikacji geochemicznej czyli, witynityzacji. Telinit zachował wyraźnie ścianki komórkowe, natomiast kolotelinit jest mniej lub bardziej bezstrukturalny. Na przekrojach równoległych do uławicenia podgrupa ta rozprzestrzenia się bezkierunkowo. Na przekrojach prostopadłych do uławicenia tworzy pasemka o zróżnicowanej grubości.

Własności fizyczne i chemiczne telowitynit u wynikają z własności witynit u, telinit u i kolotelinit u.

Macerały podgrupy telowitynit u zostały utworzone z parenchymatycznych i drzewnych tkanek ligninowo-celulozowych korzeni, łodyg, pni, kory i liści. Większe nagromadzenie telowitynit u w węglu wskazuje na środowisko wilgotne o niskim pH, występujące na torfowiskach leśnych lub zalesionych bagnach wyżynnych.

Tzw. pseudowityrynit, pochodzący z podobnego materiału roślinnego, ma wyższą refleksyjność niż telinit i kolotelinit z tego samego węgla. Może on wykazywać częściowo budowę komórkową i charakterystyczne, przecinkowate szczelinki i ząbkowane krawędzie.

W procesie karbonizacji telowityrynit z węgla średniouwęglonego przechodzi w stan plastyczny. W procesie spalania ma tendencję do tworzenia cenosfer. Obecność pseudowityrynytu może obniżać własności termoplastyczne węgla.

Telinit (ICCP System 1994)

Termin telinit został przyjęty w 1993 r. przez Kongres Karboński w Heerlen dla pasemek wityrynytu o wyraźnie zachowanej strukturze komórkowej. W 1957 r. ICCP ograniczył stosowanie tego terminu do uwęglonych ścianek komórek nierozłożonej tkanki roślinnej. Obecnie termin ten oznacza macerał podgrupy telowityrynytu. Wielkość, kształt i otwartość przestrzeni komórkowych są zależne od rodzaju materiału roślinnego i obserwowanego w preparacie przekroju. Kształt komórek może być kołisty lub owalny, często zdeformowany. Ścianki komórek są zawsze żżelifikowane, rzadko ujawniają strukturę wewnętrzną, w przeciwieństwie do poprzedników z węgla niskouwęglonego, tj. tekstynitu i ulminitu. Przestrzenie komórkowe niekiedy są puste, często impregnowane innymi macerałami lub minerałami, zazwyczaj jednak zamknięte przez zgrubiałe ścianki komórkowe. Najczęstsze impregnacje tworzy korpożelinit, rezynit, mikrynit, minerały ilaste i węglanowe. Wyrazistość struktury komórkowej telinitu zwiększają impregnacje o wyższej refleksyjności niż refleksyjność ścianek komórkowych. Ze wzrostem uwęglenia telinit staje się trudniejszy do odróżnienia od innych macerałów wityrynytu, w związku ze zbieżnością ich własności optycznych. Do telinitu nie zalicza się ścianek plechy grzybów bez względu na ich refleksyjność.

Refleksyjność telinitu różni się często od refleksyjności impregnacji jego przestrzeni komórkowych. Impregnacje żelowityrynytu mają zazwyczaj wyższą refleksyjność niż otaczający je telinit. Impregnacje o niższej refleksyjności są właściwe dla kolorezynitu macerału z grupy liptynytu.

Fluorescencja telinitu jest podobna lub mniej intensywna niż towarzyszącego mu kolotelinitu. Telinit jest macerałem dość miękkim, na zglądach nie wykazuje reliefu, ale może być twardszy od sąsiadującego z nim korpożelinitu.

Skład pierwiastkowy i aromatyczność są zależne od stopnia uwęglenia. Danych o składzie chemicznym czystego telinitu w zasadzie brak.

Telinit utworzył się ze ścianek komórkowych tkanek ligninowo-celulozowych roślin zielnych i drzewiastych, ich łodyg, pni i korzeni. Żelifikacja geochemiczna dotknęła samych ścianek komórkowych. Poprzednikami telinitu w węglu niskouwęglonym są tekstynit i ulminit.

Telinit jest częsty w węglu kamiennym o wysokiej zawartości części lotnych, zawsze mniej częsty niż kolotelinit. W węglu wyskouwęglonym telinit jest widoczny jedynie, gdy jego przestrzenie komórkowe zostały zaimpregnowane składnikami mineralnymi. W skałach osadowych, niezależnie od stopnia uwęglenia, obecność telinitu może być wykazana, gdy posiada on impregnacje mineralne. Telinit jest składnikiem kerogenu typu III.

Kolotelinit (ICCP System 1994)

Termin kolotelinit został wprowadzony w 1994 r. przez ICCP dla oznaczenia mniej lub bardziej jednorodnych pasemek wityrytu o słabo zaznaczającej się strukturze. Struktura komórkowa może zostać silniej zaznaczona poprzez trawienie. Ujawnione tym sposobem ścianki komórkowe nazywa się kryptotelinitem. Kolotelinit jest obecnie terminem macerału podgrupy telowityrytu. Kolotelinit odróżnia się od kolodetrynytu homogenicznością budowy.

Barwa i refleksyjność są jak w wityryncie. Refleksyjność kolotelinitu jest wykorzystywana do oznaczania stopnia uwęglenia zarówno węgla, jak i materii organicznej rozproszonej w skałach osadowych. Refleksyjność kolotelinitu jest zwykle wyższa o około 0,05 - 0,10% od refleksyjności kolodetrynytu.

Kolotelinit fluoryzuje w szerokim zakresie uwęglenia, od węgla kamiennego o wysokiej zawartości części lotnych do półantracytu (węgla antracytowego). Intensywność fluorescencji ma swoje minimum przy około 0,5% R_r, a maksimum przy 1,0 - 1,1% R_r wityrytu, zależnie od długości fali wzbudzenia i pomiarów. Z dalszym wzro-

stem uwęglenia intensywność fluorescencji spada. Wraz ze wzrostem uwęglenia wartości λ_{\max} i iloraz czerwień/zieleń Q rosną w kierunku dłuższych fal. Wartości λ_{\max} , przy zastosowaniu promieniowania 365 nm, występują w zakresie od 590 nm w węglu kamiennym o wysokiej zawartości części lotnych do 725 nm w węglu kamiennym o średniej i niskiej zawartości części lotnych. Wartości Q, przy tym samym promieniowaniu, uzyskuje się dla zakresu od 1,15 dla węgla kamiennego o wysokiej zawartości części lotnych do 3,60 dla węgla kamiennego o średniej i niskiej zawartości części lotnych. Zjawisko fluorescencji wityrynitów tłumaczy się obecnością w nim substancji ropopodobnej. Odpowiedzialna za fluorescencję faza mobilna struktury molekularnej wityrynitów zawiera tzw. fluorofory o wysokiej mobilności protonów. Struktury aromatyczne wityrynitów uważa się za nie fluoryzujące.

Kolotelinit nie wykazuje reliefu w stosunku do innych maceratów wityrynitów.

Skład pierwiastkowy kolotelinitu i jego aromatyczność są zależne od uwęglenia (tab.3). Wzrastająca aromatyczność pociąga za sobą wzrost refleksyjności. Dominującymi składnikami aromatycznymi są alkilonaftaleny i alkilofenole.

Pochodzenie kolotelinitu jest podobne do pochodzenia telinitu. W wyniku żelifikacji geochemicznej pierwotne struktury roślinne zostały zatarte. Poprzednikiem kolotelinitu w węglu niskouwęglonym jest ulminit. Przy wyższym uwęgleniu kolotelinit mógł tworzyć się z telinitu i wityrynitowych impregnacji przestrzeni komórkowych.

Kolotelinit występuje najczęściej w węglu błyszczącym i półbłyszczącym. W skałach osadowych jest to główny macerał wityrynitów. Jest częstym składnikiem łupków węglowych i częścią kerogenu typu III.

W geologii znajomość refleksyjności kolotelinitu jest podstawą do określenia paleotemperatury, wielkości zerodowanego nadkładu oraz czasu tworzenia się deformacji tektonicznych w stosunku do przebiegu procesu uwęglenia.

Kolotelinit jest głównym macerałem reaktywnym w takich procesach technologicznych, jak karbonizacja i upłynnianie. Reaktywność w procesie karbonizacji jest ograniczona do wąskiego zakresu uwęglenia od około 0,8 do 1,6% Rr, rzadziej do 2,0% Rr. Optymalna konwersja do produktów ciekłych i gazowych występuje w węglu średniouwęglonym o wysokiej zawartości części lotnych. W procesie gazyfikacji, jak i przy spalaniu, temperatury zapłonu zależą wprost od wartości refleksyjności kolotelinitu. Własności technologiczne kolotelinitu mogą być również zależne od jego fluorescencji.

Tabela 3

Skład pierwiastkowy koncentratów kolotelinitu

Zawartość kolotelinitu w % obj.	Stopień uwęglenia	Skład pierwiastkowy w %, dmmf						Zawartość części lotnych w %, dmmf
		C	H	N	O	S		
82,7 ^x	0,55% Rr	67,0	5,0	0,7	16,0	0,2	36	
72,7	0,68% Rr	77,2	5,4	0,9	16,3	0,2	35	
97,1	hvB ^{xx}	81,5	5,1	2,0	10,8	0,6	35,1	
88,7	hvA ^{xx}	88,8	5,3	1,7	3,6	0,6	29,8	
~ 90	1,49% Rr	88,8	4,9		5,2	1,1	25,1	
~ 90	1,61% Rr	88,9	4,9		4,8	1,4	21,4	
~ 90	2,08% Rr	90,5	4,3		4,2	1,0	14,0	
87,0	3,73% Rr	94,8	2,1	1,0	1,6	0,5	6,4	

Objaśnienia: X - łącznie z telinitem, XX - typ węgla według ASTM D 388 - 77 (Standard Classification of Coals by Rank)

W węglu i skalach osadowych zawierających alginity, refleksyjność kolotelinitu może być niższa niż w osadach nie zawierających alginity. W tych przypadkach fluorescencja wskazuje właściwe uwęglenie.

Detrowityrynit (ICCP System 1994)

Termin ten został wprowadzony przez ICCP w 1994 r. dla określenia drobnych cząstek wityrynytu. Obecnie detrowityrynit oznacza podgrupę macerałów, przedstawiającą fragmenty zwityrynyzowanych szczątków roślinnych, występujące pojedynczo lub w amorficznej substancji wityrynitowej, tj. wityrodetrynytu i kolodetrynytu. Wityrodetrynit to wyodrębniające się pojedyncze cząstki wityrynytu lub spojone amorficzną substancją wityrynitową, lub mineralną. Kolodetrynit to skupienia cząstek wityrynytu lub masa zasadnicza, która wskutek zżelifikowania nie wykazuje bez uprzedniego wytrawienia zarysów poszczególnych cząstek. Wielkość wyróżnialnych, okrągławych cząstek detrowityrynytu nie przekracza 10 μm . Cząstki o pokroju wydłużonym, przedstawiające ścianki komórkowe, powinny mieć średnicę mniejszą niż 10 μm .

Własności fizyczne i chemiczne detrowityrynytu wynikają z własności wityrynytu, wityrodetrynytu i kolodetrynytu.

Maceraty tej podgrupy utworzyły się w wyniku silnego rozkładu i roztarcia tkanek parenchymatycznych i drzewnych lodyg, pni, korzeni i liści roślin zielnych i drzewiastych, zbudowanych głównie z ligniny i celulozy. W wyniku chemicznego rozkładu i/lub mechanicznego roztarcia pierwotne struktury roślinne uległy zniszczeniu. Znaczna zawartość detrowityrynytu w węglu wskazuje na wysoki stopień zniszczenia tkanek, zwłaszcza roślin zielnych, bogatych w celulozę. Gdy w torfowisku panowały warunki obojętne lub słabo alkaliczne i utleniające, detrowityrynit jest zwykle dominującą podgrupą macerałów wityrynytu. Poprzednikiem detrowityrynytu w węglu niskouwęglonym jest humodetrynit.

W procesie spalania węgla średniouwęglonego detrowityrynit ma tendencję do tworzenia cenosfer. W procesach karbonizacji jest topliwy.

Witrodetrynit (ICCP System 1994)

Termin witrodetrynit został przyjęty w 1970 r. przez ICCP dla macerału grupy wityrnytu, który występuje w węglu w postaci drobnych cząstek. Cząstki te mają różny kształt i uwidoczniają się w otoczeniu substancji wityrnytovej. Cząstki okrągławe mają średnicę mniejszą od 10 μm , wydłużone mają wielkość do 10 μm . Trawienie uwydatnia zarysy tych cząstek. Korpożelinit o wielkości poniżej 10 μm , występujący w strukturalnym wityrnycie, nie jest witrodetrynitem.

W węglu o refleksyjności 0,5 - 1,4% Rr następuje stopniowe przejście od witrodetrynitu do inertodetrynitu. Przy większym stopniu uwęglenia odróżnienie witrodetrynitu od innych macerałów grupy wityrnytu staje się trudniejsze, z wyjątkiem przypadków gdy jest on w otoczeniu inertodetrynitu. W skałach osadowych, zwłaszcza w iłowcach, refleksyjność może być nieco niższa niż w węglu o odpowiadającym im uwęgleniu.

Fluorescencja witrodetrynitu odpowiada fluorescencji macerałów telowityrnytu. W skałach osadowych zawierających alginity może ona być bardziej intensywna.

Witrodetrynit jest dość miękki i nie wykazuje na zglądach reliefu, lub relief jest słabo dodatni w stosunku do innych macerałów i minerałów. Relief różni go od inertodetrynitu i liptodetrynitu, które posiadają bardzo wyraźny relief.

Witrodetrynit powstał w wyniku rozdrobnienia tkanek parenchymatycznych i drzewnych gałązek, korzeni i liści, zbudowanych z celulozy i ligniny. Został on żżelikowany przed transportem i depozycją lub po sedymentacji.

Macerał ten wchodzi w skład wityrnytytu, trimacerytu i rzadziej durytu. Jego obfitość w węglu wiąże się ze słabo warstwowanymi węglami matowymi. W skałach osadowych wchodzi wraz z kolotelinitem do kerogenu typu III.

Występujący w skałach osadowych witrodetrynit jest głównym źródłem generowania gazu naturalnego. Jego zachowanie się w procesach technologicznych odpowiada pozostałemu macerałowi wityrnytu. W przypadku kiedy refleksyjność witrodetrynitu jest obniżona wskutek bituminizacji, jego reaktywność jest wyższa.

Kolodetrynit (ICCP System 1994)

Termin ten wprowadził ICCP w 1994 r. dla oznaczenia zbitej wityrynowej masy zasadniczej węgla, wiążącej inne jego składniki. W porównaniu z kolotelinitem nie posiada on ciągłości teksturalnej, ale jest wyraźnie pasemkowaty na przekroju prostopadłym do uławicenia. Macerał ten przedstawia mieszaninę cząstek wityrytu o wielkości $< 10 \mu\text{m}$ z bezpostaciową materią wityrynową. Zawiera on więcej niż pozostałe macerały wityrytu, submikroskopowej wielkości składników nieorganicznych. W stosunku do wirodetrynytu cząstki składowe kolodetrynytu, z uwagi na wysoki stopień homogenizacji, nie zaznaczają się tak wyraźnie w mikroskopie optycznym. Na powierzchni kolodetrynytu uwidacznia się struktura „marmurkowa”, zwłaszcza dobrze widoczna w węglu brunatnym twardym i węglu kamiennym o wysokiej zawartości części lotnych. Na przekroju prostopadłym do uławicenia kolodetrynit tworzy pasemka o różnej grubości, a na przekrojach równoległych nieregularne płyty. Przy niskim uwęgleniu na jego powierzchni uwidoczniają się pory i wewnętrzne refleksy. Wraz ze wzrostem uwęglenia coraz trudniej odróżnić kolodetrynit od kolotelinitu. W antracycie pierwotna obecność kolodetrynytu może być oznaczona, jeśli jest on przemieszany z inertodetrynitem. Składniki atrytowe kolodetrynytu są widoczne po wytrawieniu i wtedy nosi on nazwę kryptowitrodetrynytu.

Refleksyjność kolodetrynytu w węglach o refleksyjności 0,5 - 1,4% Rr jest o około 0,05 - 0,10% niższa niż odpowiadającego mu kolotelinitu. Wraz ze wzrostem uwęglenia różnice te się zacierają. Anizotropia kolodetrynytu jest różna od anizotropii macerałów liptynytu, co zauważa się badając antracyt przy skrzyżowanych polarydach. W skałach osadowych, zwłaszcza ilowcach, refleksyjność może być niższa niż w węglach o tym samym stopniu uwęglenia. Można wykazać przejścia od kolodetrynytu do ciemnoszarego i nisko refleksyjnego „ciemnego wityrytu” i do kolorezynitu.

Barwa i intensywność fluorescencji zmieniają się wraz z uwęgleniem i bituminizacją. Zjawisko fluorescencji zaczyna występować przy refleksyjności $\sim 0,6\%$ Rr, a osiąga maksimum w zakresie 1,0 - 1,2% Rr, by powyżej gwałtownie spadać. Barwy fluorescencyjne mieszczą się w zakresie od żółto-brązowej do czerwono-pomarańczowej i czerwono-brązowej. Intensywność fluorescencji kolodetrynytu jest silniejsza niż odpowiadającego mu uwęgleniem kolotelinitu. Wpływ na tę intensywność wywierają także towarzyszące macerały liptynytu. W obecności alginitu i kutynitu intensywność

ność fluorescencji jest większa niż w obecności sporynitu. W skałach osadowych fluorescencja może być bardziej intensywna niż odpowiadającym im stopniem uwęglenia węgla. Silniejszą od kolodetrynitu fluorescencję wykazuje „ciemny wityrynit”, a także kolorezynit. Kolodetrynit jest macerałem miękkim i w zglądach nie wykazuje reliefu.

Skład pierwiastkowy i aromatyczność są zależne od stopnia uwęglenia. Na podstawie własności optycznych można wnioskować, że zawiera on więcej wodoru niż odpowiadający mu uwęgleniem kolotelinit.

Kolodetrynit jest pochodną tkanek parenchymatycznych i drzewnych tworzących pnie, korzenie i liście, zbudowane głównie z ligniny i celulozy. Tkanka pierwotna roślin uległa zniszczeniu w wyniku rozkładu biochemicznego w początkowym stadium tworzenia się torfu. Małe cząstki humusowe zostały spojone koloidami humusowymi, a następnie w procesie geochemicznej żelifikacji uzyskały homogeniczność. Częściej źródłem kolodetrynitu są substancje celulozopochodne niż bogate w ligninę drewno. Poprzednikami kolodetrynitu w węglu brunatnym są atrynit i densynit.

W wielu węglach głównym macerałem wityrynitu jest kolodetrynit. Występuje on we wszystkich węglach twardych, jako główny składnik klarytu, rzadziej wityrynytytu i trimacerytu i najrzadziej durytu. Wityryt zbudowany z kolodetrynitu jest rzadkim składnikiem węgla paleozoicznych. W skałach osadowych detrytus organiczny jest zazwyczaj bardzo rozproszony i stąd kolodetrynit nie jest w nich powszechny. Kolodetrynit wchodzi w skład kerogenu typu III.

Kolodetrynit, spośród macerałów wityrynitu, zawiera najwięcej składników lotnych, które jako pierwsze ulegają odgazowaniu w procesach karbonizacji. Zawartość bituminów w kolodetrynicie wpływa wybitnie na jego własności koksownicze. W procesie uwodornienia wpływa znacząco na wydajność produktów płynnych. Kolodetrynit reaguje wcześniej od innych macerałów w procesie spalania węgla. Przy niskotemperaturowym spalaniu tworzy karbosfery. Podczas degazacji tworzy wcześniej pory niż towarzyszący mu liptynit.

Żelowityrynit (ICCP System 1994)

Termin żelowityrynit wprowadzony został w 1994 r. przez ICCP dla macerałów utworzonych z żeli humusowych, tworzących impregnacje porów w substancji wityrynytovej. W skład podgrupy żelowityrynytu wchodzi korpożelinit i żelinit. Korpożelinit tworzy odrębne, różnej wielkości ciała, bądź to flobafenowe wypełnienia in situ przestrzeni komórkowych, bądź to w węglowej, lub mineralnej matrix. Żelinit natomiast przedstawia homogeniczne wypełnienia mikroszczelin i pustek.

Za żelowityrynit nie przyjmuje się rozproszonej materii organicznej lub wypełniającej struktury telinitu, jeśli wykazuje ona niższą refleksyjność niż otaczający je kolodetrynit.

Własności fizyczne i chemiczne żelowityrynytu wynikają z opisanych własności wityrynytu, korpożelinitu i żelinitu.

Przyjmuje się, że żelowityrynit jest pochodną zawartości komórek roślinnych lub roztworów humusowych, utworzonych w procesie rozkładu tkanek roślinnych i diagenety, a następnie wydzielonych wewnątrz pustek materiału wyjściowego.

Korpożelinit (ICCP System 1994)

Termin korpożelinit przyjął ICCP w 1994 r. dla macerału wityrynytu, przedstawiającego bezpostaciowe ciała tworzące impregnacje in situ w przestrzeniach komórek lub występujące w postaci wyodrębnionej. Ciała korpożelinitu można stwierdzić wewnątrz telowityrynytu, gdzie znajduje się w pierwotnym położeniu. Mogą także występować w atrytovej matrix, jako rezultat rozkładu otaczających tkanek roślinnych. Stąd też ciała korpożelinitu mogą występować albo w skupieniach, albo pojedynczo. Kształt tych o różnej wielkości ciałek może być okrągły, owalny lub wydłużony. Korpożelinit w węglach karbońskich (np. pochodzący z *Alethopteris*) może osiągać długość 1 - 10 mm. Korpożelinit ma kontury na ogół zaokrąglone lub słabo kanciaste, niekiedy zawiera pęcherzyki (wakuole). Typowy korpożelinit ma wyższą refleksyjność niż towarzyszące mu macerały wityrynytu. Poprzez trawienie można ujawnić lub uwydatnić korpożelinit, wtopiony w kolotelinit, lub kolodetrynit.

Barwa korpożelinitu jest bledsza, a refleksyjność silniejsza niż w towarzyszących mu kolotelinitu i kolodetrynicie. Niekiedy, ale dość rzadko, korpożelinit wykazuje obwódki o niższej refleksyjności. Intensywność fluorescencji jest wyraźnie słabsza niż kolotelinitu i kolodetrynit z tego samego węgla. Niekiedy fluorescencja nie występuje. Korpożelinit może ujawniać relief, jeśli znajduje się w otoczeniu macerałów wityrinitu.

Brak jest danych o składzie chemicznym korpożelinitu, gdyż trudno uzyskać odpowiednie próbki do analiz. Przyjmuje się, że zaliczyć go można, wśród macerałów wityrinitu z tego samego węgla, do składników mniej reaktywnych, o niskiej zawartości części lotnych.

Korpożelinit jest pochodną treści komórkowych, częściowo taniny (garbników), częściowo wydzielin ścianek komórkowych. W jego składzie mogą znajdować się żele wtórnie wytrącone w procesie torfienia i wczesnych stadiach uwęglania. Przynależność botaniczna może być niekiedy rozpoznana, np. gdy występuje on otoczony pasemkami kutynitu.

Korpożelinit występujący w późnopaleozoicznych i kenozoicznych węglach i skałach osadowych pochodzi zazwyczaj z korpohuminitu (flobafinitu).

W węglach paleozoicznych korpożelinitu jest znacznie mniej niż w węglach mezozoicznych, zwłaszcza kredowych, a także w węglach kenozoicznych. Większe ciała korpożelinitu są natomiast mniej częste w węglach geologicznie młodszych. Korpożelinit, ze względu na swoją odporność fizyczną i chemiczną, jest często obecny w skałach osadowych. Jest składnikiem kerogenu typu III.

Żelinit (ICCP System 1994)

Termin żelinit został przyjęty w 1971 r. przez ICCP dla składnika grupy huminitu, przedstawiającego czysty żel koloidalny. Jest on zbieżny z tzw. powtórnie wytrąconym żelem, dla którego M.Stopes zaproponowała w 1935 r. nazwę kolinit. Żelinit tworzy bezpostaciowe i homogeniczne impregnacje szczelin i pustek. Jest to macerał wtórny. Niekiedy tworzy on matrix dla zmylonityzowanych cząstek węgla, wypełniających mikroszczeliny w pokładach węgla. Może także impregnować przestrzenie ko-

mórkowe sklerotynitu, semifuzynitu i fuzynitu. Kształt i rozmiary są zależne od konfiguracji przestrzeni, które impregnuje.

Refleksyjność żelinitu jest trochę silniejsza niż innych macerałów wityrynitów. Bezpостaciowy materiał wypełniający przestrzenie puste w węglu może zawierać pojedyncze pasemka różniące się refleksyjnością.

Intensywność fluorescencji jest słabsza niż współwystępującego kolodetrynitów i kolotelinitów. Niekiedy fluorescencja nie występuje. Żelinit odznacza się najniższym reliefem w stosunku do innych macerałów wityrynitów.

Żelinit utworzył się z koloidów, powstających podczas wczesnej diagenetyzacji materiału roślinnego, jak i wtórnej jego impregnacji, po której wydzielił się koloidalny żel. Niekiedy przyjmuje się, że wydzielenie żelaza miało miejsce w późnym stadium uwęglania, kiedy osady osiągnęły odpowiedni stopień dojrzałości. Żelinit w węglu niskouwęglonym może być poprzednikiem żelinitów w węglach średnio- i wysokouwęglonych.

Żelinit należy do najrzadziej występujących macerałów grupy wityrynitów. Spodziewać się go można w węglach zaburzonych tektonicznie we wczesnych stadiach uwęglania. W pustkach węgla może tworzyć asocjacje z kolorezynitem. W skałach osadowych, gdy brak w sąsiedztwie innych macerałów, jest on nierozpoznawalny. Jest składnikiem kerogenu typu III.

Podsumowanie

Wprowadzony przez ICCP w 1994 r. nowy podział macerałów grupy wityrynitów zastąpił dotychczasowy, którego zrębny utworzyła M. Stopes, a zaakceptował Kongres Karboński w Heerlen w 1935 r.

Według nowego systemu, grupę macerałów wydziela się na podstawie poziomu refleksyjności, podgrupę macerałów na podstawie stopnia rozkładu (destrukcji) i poszczególne macerały na podstawie morfologii i stopnia żelifikacji.

ICCP System 1994, w którym wyodrębniono podgrupy macerałów, koreluje z podziałem macerałów grupy huminitów na podgrupy, występujące w węglu brunatnym.

ICCP System 1994 ma charakter uniwersalny, gdyż dotyczy nie tylko składników organicznych węgla, lecz także składników organicznych w skałach osadowych.

Terminologia macerałów w nowym systemie ICCP 1994 została częściowo zmieniona lub zmodyfikowana, a w niektórych przypadkach pozostawiono dotychczasowe terminy. Macerały w nowym Systemie mają swoje odpowiedniki w macerałach i submacerałach dotychczasowego Systemu Stopes Heerlen.

Poszczególne podgrupy macerałów i macerały w podgrupach zostały opisane według schematów stosowanych w leksykonach petrograficznych węgla i wymagań ISO. Opis zawiera w kolejności dane dotyczące pochodzenia terminów, korelacji z innymi związanymi terminami, definicji wraz z komentarzem i uwagami, własności fizycznych i chemicznych, genezy, występowania i praktycznego znaczenia.

LITERATURA

1. Gabzdyl W. : Petrografia węgla. Skrypty uczeln. nr 1337 Pol. Śl., wyd. II, Gliwice 1987.
2. International Classification of Seam Coals. ECE, Genewa 1993.
3. Materiały robocze 46 Sesji ICCP. Oviedo (Hiszpania) 1994.
4. Praca zbiorowa: International Handbook of Coal Petrography. ICCP, Centre National Recherche Scientifique, Paris 1963.
5. Praca zbiorowa: Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebrüder Borntraeger Verlag, 3 rd revised and enlarged edition, Berlin - Stuttgart 1982.
6. Praca zbiorowa (red. Wolf M.): Vitrinite, Classification ICCP System 1994, ICCP, Aachen 1995.

Recenzent: Doc.dr inż. Kazimierz Matł

Wpłynęło do Redakcji 26.04.1996 r.

Abstract

During the meeting of the ICCP in Oviedo in 1994 the new division and, in part, new terminology and characterization of the vitrinite maceral group were accepted in place of previous the Stopes Heerlen System. According to the new system called the ICCP System 1994, vitrinite maceral group was divided into subgroups of telovitrinite, detrovitrinite and gelovitrinite. The base for division of subgroups is the degree of destruction of the original plant material. The divided subgroups, those formerly no extant, now they are correlated with maceral group huminite from lignite. Telovitrinite corresponds with humotelinite, detrovitrinite with humodetrinite and gelovitrinite with humocollinite. The macerals in subgroups are divided after the morphology and the degree of gelification.

The terminology of macerals in the ICCP System 1994 have been changed partly, sometimes have been modified, while in some cases, the previous definitions have been no changed.

The maceral subgroups and the macerals in subgroups have been characterized according to outline used in the International Handbook of Coal Petrology and in keeping with the ISO format. In the characterization there were taken into account in turn, the origin of terms, related terms, definitions with comments and notes, physical and chemical properties, derivation, occurrence and practical importance.

The ICCP System 1994 has the versatile nature because it may be used for the organic components of coal as well as for the coal substances in sediments.

In the ICCP System 1994, following the International Classification of Seam Coals, the low rank coal has a reflectance of below 0,5% R_r, while the medium and high rank coals there are above this value.

The ICCP System 1994 is recommended to application in the petrologic studies of coals and sediments.