

Systematyka inkluzji fluidalnych w wypełnieniach przestrzeni porowej skał osadowych paleozoiku Nizy Polskiego

Katarzyna Jarmołowicz-Szulc*

Inkluzje fluidalne są małymi porcjami paleofluidów zamkniętych w skałach osadowych w minerałach wypełniających przestrzeń porową. Badano je na dużym obszarze Nizy Polskiego w różnych otworach i różnowiekowych skałach od kambru poprzez dewon, karbon, czerwony spągowiec do cechsztynu. Wyniki zostały usystematyzowane celem ogólnej prezentacji, dyskusji i uwag na przyszłość. Badania inkluzji objęły mikroskopową charakterystykę, obserwacje fluorescencji i katodoluminescencji, mikrotermometrię. Zaobserwowano różne cechy inkluzji w różnych typach cementów. Podsumowując — inkluzje są dwu- lub jednofazowe, raczej małe, rzadkie i trudne do rozróżnienia. Inkluzje ropy zaobserwowano w skałach kambryjskich, metan — w cementach czerwonego spągowca i cechsztynu. Temperatury homogenizacji zmieniają się wraz z rodzajem minerału, typem inkluzji, wiekiem skały i obszarem. Na przykład — inkluzje ropy z obszaru nadmorskiego mają T_h w przedziale 90–105°C, a solanka — 87–90°C. Możliwość zastosowania badań inkluzji fluidalnych jest zmienna. Każdy przypadek należy traktować oddzielnie a przede wszystkim — problem badawczy musi być jasno sformułowany, by móc go rozwiązywać za pomocą inkluzji.

Słowa kluczowe: inkluzje fluidalne, skały osadowe, cementy, Niz Polski, przestrzeń porowa, homogenizacja, ropa, solanka, metan

Katarzyna Jarmołowicz-Szulc — **Fluid inclusion systematics in the filling of the pore space of Paleozoic sedimentary rocks in the Polish Lowlands.** Prz. Geol., 47: 542–546.

S u m m a r y. Fluid inclusions are the tiny portions of paleofluids trapped in the sedimentary rocks in the minerals filling the pore space. They have been studied in the wide area of the Polish Lowlands in different boreholes and the Paleozoic sedimentary rocks of different age from the Cambrian through Devonian, Carboniferous and Rotliegend up to Zechstein. The results of studies have been systematically arranged aiming at general presentation, discussion and remarks for future. Fluid inclusion studies generally comprised microscopic characteristics of inclusions, fluorescence and cathodoluminescence observations and microthermometry. Due to different cement types, different features of inclusions have been observed. In general they are two or one phase ones, rather small, rare and hard to distinguish. Only in the Cambrian rocks oil inclusions were found, while some methane in the Rotliegendes and Zechstein cements. Homogenisation temperatures oscillate due to different mineral types, different type of inclusions and different age of the rocks and different area. For example — oil inclusions in the onshore area display T_h in the interval of 90–105°C, while brines at 87–90°C. The possibility of application of fluid inclusion studies differs. Each case must be treated individually and first of all — the research problem must be clearly expressed at the very beginning to solve it by fluid inclusions.

Key words: fluid inclusions, sedimentary rocks, cements, Polish Lowlands, pore space, homogenisation, oil, brine, methane

Badania inkluzji fluidalnych z coraz większym powodzeniem stosowane są w skałach osadowych (Goldstein & Reynolds, 1994).

Na przestrzeni ostatnich kilku lat w ramach prac badawczych prowadzonych w Państwowym Instytucie Geologicznym w Zakładzie Petrologii nad wypełnieniami przestrzeni porowej skał osadowych paleozoiku Nizy Polskiego komplementarnie były wykonywane badania inkluzji.

Niniejsza praca ma na celu krótką prezentację rozpatrywanej problematyki w zakresie inkluzji fluidalnych i uporządkowanie spostrzeżeń i wyników będących efektem badań tych wrostków w obrębie różnego rodzaju spoiw i różnych wiekowie skał.

W zamierzeniu autorki systematyka ta posłużyć ma jako materiał do przemyśleń i swego rodzaju *itinerar* dla badaczy skał osadowych, którzy chcieliby włączyć badania inkluzji fluidalnych do swego rejestru metodycznego. Jednocześnie stanowi sygnał trudności, z jakimi na co dzień musi się uporać badacz inkluzji w skałach osadowych — od problemu wyszukania tych mikrotworów w spoiwie, poprzez odniesienie ich do konkretnej pozycji diagenetycznej i wykonanie eksperymentalnych oznaczeń

temperaturowych, aż po logiczną interpretację nieraz bardzo zróżnicowanych i niespójnych wyników.

Podstawy metodyczne

W czasie tworzenia się spoiw diagenetycznych — w mikroprzestrzeniach minerałów powstają gazowo-ciekłe mikrowrostki — inkluzje fluidalne. Termin „fluid” odnosi się do stanu wypełnienia w momencie jego zamykania się w kryształ, niezależnie od obecnie obserwowanego.

Inkluzje fluidalne w minerałach diagenetycznych mogą być użyte do określania paleotemperatur, przy przyjęciu jednak wielu założeń (Roedder, 1984; Leeder i in., 1987; Goldstein & Reynolds, 1994). Podstawą badań temperaturowych jest założenie zamknięcia układu. Istotne jest, żeby w historii minerału system zachował hermetyczność — skład i objętość inkluzji nie uległy zmianie. W wielu przypadkach inkluzje zachowują szczelność, często jednak ulegają rozciąganiu lub podziałowi. Tym samym warunki pierwotne uwięzienia ulegają zmianie, a wartości pomiarowe mogą świadczyć o procesach innych aniżeli powstanie.

Aby na podstawie inkluzji przeprowadzić prawidłową interpretację, są konieczne następujące dane: dokładna petrografia dla określenia względnego czasu tworzenia inkluzji; szczegółowa analiza historii pogrzebienia i tektoniki skał, by połączyć diagenezę z historią basenu; analiza równowag fazowych i składu chemicznego indywidual-

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

nych inkluzji, aby zdefiniować warunki temperatury–objętości–ciśnienia uwięzionych fluidów.

Prezentacja badań inkluzji

Głównym celem prac badawczych podjętych w odniesieniu do spoiw próbek skał osadowych paleozoiku (kambru, dewonu, karbonu, czerwonego spągowca i cechsztynu) było zbadanie inkluzji fluidalnych w konkretnym materiale geologicznym, pomiar temperatur fluidów i ocena stosowalności metody w ramach zadania.

Badania zostały przeprowadzone na próbkach z różnych formacji paleozoiku, udostępnionych przez petrologów lub też z kolekcji własnej. Większość wyników zamieszczono w materiałach archiwalnych Państwowego Instytutu Geologicznego, tylko niektóre zostały częściowo zaprezentowane drukiem jako składowe innych całości (Jarmołowicz-Szulc, 1997a, b, c, d; 1998a, b, c, d).

Poniższe zestawienie celowo jest ujęte w maksymalnie zwięzły sposób. Obejmuje ono tylko prace badawcze bezpośrednio przeprowadzone przez autorkę (Jarmołowicz-Szulc, 1993; 1995a, b; 1996a, b, c; 1997e; 1998e), ich wyniki i wnioski z nich oraz — tam gdzie to możliwe — przykładową interpretację, sugestie dalszego wykorzystania danego materiału lub też uwagi ogólne. Natomiast oryginalne prace petrologiczne autorstwa innych badaczy zacytowane są każdorazowo w formie odnośników referencyjnych w punkcie dotyczącym rodzaju spoiw.

Jednostka stratygraficzna: kambr środkowy

Region: Żarnowiec, Polska N

Typy spoiw: spoiwo kwarcowe (Sikorska, 1996a)

Badania zasadnicze: mikroskopowa charakterystyka inkluzji; badania fluorescencyjne (ultrafiolet i światło niebieskie); mikrotermometria

Badania wspomagające: katodoluminescencja

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: W badanych spoiwach występują następujące generacje inkluzji (Jarmołowicz-Szulc, 1997b; 1998b): Q1 — na granicy kwarcu detrytycznego i obwódki neogenicznej; Q2 — w obrębie kwarcowego spoiwa regeneracyjnego; Q3 — w mikroszczelinach zabliznionych kwarcem. Inkluzje są generalnie bardzo małe. Ich wielkość wynosi 1–3 μm dla Q1, < 1 μm dla Q2 i 2–5 μm dla Q3. Z reguły są to inkluzje dwufazowe o zbliżonym stosunku fazy ciekłej do gazowej w obrębie jednej asocjacji.

Pod względem składu fluidu inkluzje można podzielić zasadniczo na dwie grupy — niefluoryzujące inkluzje wodne i wykazujące białoniebieskie świecenie inkluzje węglowodorowe. Stosunek L:V inkluzji dwufazowych jest zbieżny.

Wyniki: Inkluzje ropy o białoniebieskiej fluorescencji występują na ogół w górnej partii profilu. Gęstość ropy w inkluzjach wynosi 40–45° API. Homogenizacja pierwotnych inkluzji węglowodorowych następuje w przedziale temperatur 90–105°C (Żarnowiec IG4) i ok. 105°C (Żarnowiec IG1). Proces zachodzi w fazie ciekłej.

Inkluzje solankowe homogenizują w ciecz w temperaturze 87–90°C. Punkt depresji jest między –14 a –10°C, co odpowiada zasoleniu ok. 8% ekw. NaCl. Niektóre asocjacje liniowe inkluzji homogenizują w temperaturach 74–79 i 84–86°C (Żarnowiec IG4)

Wnioski: Materiał geologiczny bardzo dobry do badań inkluzji fluidalnych. Duże możliwości konstrukcji izochor dla solanki i węglowodorów.

Interpretacja: Isochory uzyskane na podstawie przeprowadzonych prac badawczych i założeń metodycznych przecinają się w punkcie o współrzędnych temperatury i ciśnienia, które interpretować można jako estymatę warunków uwięzienia tych fluidów w cementie kwarcowym (Jarmołowicz-Szulc, 1998 b).

Jednostka stratygraficzna: kambr środkowy

Region: obszar morski

Typy spoiw: spoiwo kwarcowe (Sikorska, 1996 b)

Badania zasadnicze: mikroskopowa charakterystyka inkluzji; badania fluorescencyjne (ultrafiolet i światło niebieskie); mikrotermometria

Badania wspomagające: katodoluminescencja

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: W badanych spoiwach występują następujące generacje inkluzji (Jarmołowicz-Szulc, 1997c): HY1 — w obrębie kwarcowego spoiwa regeneracyjnego; HY2 — w mikroszczelinach zabliznionych kwarcem. Inkluzje mają zróżnicowaną wielkość w zależności od umiejscowienia i składu. Pod względem składu fluidu — inkluzje podzielić można generalnie na dwie grupy — inkluzje węglowodorowe wykazujące białoniebieskie świecenie w nadfiolecie i niefluoryzujące inkluzje wodne.

Wyniki: Spoiwo kwarcowe z badanych otworów obszaru morskiego obfituje w inkluzje węglowodorów. Wrostki te wykazują wyraźną białoniebieską fluorescencję, występują w kilku asocjacjach i charakteryzują się nieco zróżnicowanymi temperaturami homogenizacji w zakresie 80–90°C, przy maksimum częstości 82–86°C (B3–1) poprzez pojedyncze oznaczenia ok. 70°C (B3–10) do trzech interwałów wartości 71–77, 83–89 i 100–110°C (B8–1) — Jarmołowicz-Szulc (1997c).

Wnioski: Materiał geologiczny bardzo dobry do badań inkluzji węglowodorowych. Trudniejsza estymacja temperatur dla wrostków solankowych. Perspektywicznie — dane ze współwystępujących inkluzji mogą prowadzić do uzyskania wartości ciśnienia i temperatury ich uwięzienia.

Interpretacja: W czasie zamykania przestrzeni porowej piaskowców nastąpiły co najmniej dwa napływy ropy. Migracja węglowodorów w profilu pionowym mogła mieć kierunek góra — dół.

Jednostka stratygraficzna: dewon górny

Region: Lubelszczyzna (otwór wiertniczy Gielczew 5)

Typy spoiw: chemiczne dolomitowe (Miłaczewski i in., 1996)

Badania zasadnicze: charakterystyka petrograficzna inkluzji, mikrotermometria (homogenizacja, wymrażanie)

Badania wspomagające: katodoluminescencja

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: Inkluzje fluidalne są niezbyt liczne, dość drobne, związane raczej z jasnymi kryształami dolomitowymi (ciemne w CL) niż ze zmętniałymi. Charakter inkluzji jest mieszany — od jednofazowych do dwufazowych. Do badań nadawały się wrostki o wielkości ok. 2 μm i nieliczne większe. Dużą trudność poza wielkością inkluzji stanowi obecność substancji bitumicznej, której superpozycja prowadzi czasem do artefaktów.

Wyniki: Wygrzewanie prowadzono w zakresie temperatur 20–150°C, wymrażanie: 20 do –196°C. Wartości temperatur homogenizacji grupują się w dwóch zakresach: 75–115°C (78–88°C i 99–115°C; próbki 97, 112, 115—według oznaczeń K. Radlicza, inf. ustna 1995) i 135–140°C (próbka 140). Punkt depresji jest odpowiednio — średnio –5°C i –1,6 do –0,6°C, co odpowiada zasoleniu 7–10 % ekw. NaCl i 1–3 % wag. ekw. NaCl.

Wnioski: Materiał geologiczny dobry do badań inkluzji fluidalnych. Łatwy jest do prześledzenia związek określonego typu wrostków z danym typem spoiwa. Zaznacza się pewien wzrost wartości temperatury homogenizacji wraz z głębokością. Niejednorodny stosunek L:V, sugeruje wpływ późniejszych procesów na warunki pT inkluzji, co najmniej w odniesieniu do najgłębiej położonych próbek.

Interpretacja/uwagi: Przedział niższych temperatur homogenizacji odpowiadający inkluzjom o podobnym charakterze i prawdopodobnie pierwotnym możnaby odnieść do warunków powstawania. Dla pełnej prawidłowej interpretacji konieczne są jednak dane co do wartości temperaturowych dna otworu, jak też precyzyjna konstrukcja izochor w obrębie asocjacji inkluzji.

Jednostka stratygraficzna: karbon górny

Region: Pomorze Zachodnie

Typy spoiw: węglanowe, kwarcowe, siarczanowe (Połomska, 1996)

Badania zasadnicze: charakterystyka petrograficzna inkluzji

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: Inkluzje fluidalne stwierdzono tylko w nielicznych próbkach w jednym zaleździe otworze. Występują one w węglanach. Pozostałe spoiwa są albo pozbawione inkluzji, albo zawierają je całkowicie sporadycznie. Pewien wyjątek stanowi tu granica kwarcu detrytycznego i neogenicznego, gdzie w wyniku wstępnego sondażu stwierdzono spore inkluzje dwufazowe. Zaobserwowano wrostki w cementach węglanowych skał drobno- i gruboziarnistych. Występują one (choć w znikomej ilości) zarówno w obrębie nieregularnych kryształów węglanowych, jak i romboedrów dolomitu. Charakter inkluzji wydaje się być pierwotny w kryształach nieregularnych — brak zdecydowanie widocznych płaszczyzn krystalograficznych nie pozwala tu na jednoznaczny definicję. W ziarnach romboedrycznych natomiast inkluzje są wyraźnie pierwotne. Liczebność inkluzji jest bardzo niewielka. Ich wielkość jest też mała, maksymalnie 2–3 μm. Głównie są bezkształtne i na ogół jednofazowe. Pozornie dwufazowe i większe inkluzje okazują się przy wnikliwej analizie być tworami w kwarcu detrytycznym podścielającym w płycie cienkiej spoiwo węglanowe.

Wnioski: Silnie zażelazone spoiwa węglanowe skał karbońskich z otworów wiertniczych Pomorza Zachodniego są niezwykle ubogie we wrostki i nie nadają się do badań temperaturowych. Pewne nadzieje może jedynie budzić cement kwarcowy. Dla uzyskania miarodajnych wyników jest jednak, w jego przypadku, konieczna wnikliwa analiza inkluzji asocjacji i liczebności wrostków. Jednofazowość nielicznych inkluzji fluidalnych w węglanach może sugerować temperaturę powstania tych cementów, do miarodajności takiego wniosku konieczne jest jednak uzyskanie reprezentatywnej statystycznie próby.

Jednostka stratygraficzna: karbon dolny

Region: niecka warszawska

Typy spoiw: węglanowe, kwarcowe (Kozłowska, 1995)

Badania zasadnicze: charakterystyka petrograficzna inkluzji, mikrotermometria (homogenizacja, wymrażanie)

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: Inkluzje fluidalne są bardzo nieliczne, bardzo drobne. Ich kształty są różnorodne — od bezkształtnych, poprzez nieregularne i wydłużone do geometrycznych. Obserwacje ilości faz w obrębie inkluzji były szczególnie utrudnione ze względu na ich małe rozmiary, jak też częstą superpozycję ciemnej materii bitumicznej w węglanach prowadzącą do artefaktów. Wydaje się, że w niektórych próbkach dominowały inkluzje jednofazowe nad dwufazowymi. Rzadkie inkluzje dwufazowe miały również zróżnicowany stosunek L:V.

Wyniki: Temperatura homogenizacji dla kwarcu waha się w przedziale 82,6–120°C w dwóch otworach, przy czym jedyna liczna asocjacja w obrębie kwarcu neogenicznego ma wartości: $T_h = 92^\circ\text{C}$ i $T_m = -6,6^\circ\text{C}$, co odpowiada zasoleniu fluidu ok. 10 % wag. ekw. NaCl. Temperatury homogenizacji inkluzji w obrębie węglanu zmieniają się od 70°C do 129°C. Zasolenie fluidu wynosi ok. 13% wag. ekw. NaCl.

Wnioski: Materiał geologiczny niedogodny do badań inkluzji fluidalnych. Możliwość uzyskania wyników temperaturowych niewielka i bardzo niepewna. Większa szansa na estymację zasolenia prafluidu. Interpretacja wyników — trudna i z racji zróżnicowania fazowości bardziej do odniesienia do procesów późniejszych niż uwięzienie, aniżeli do warunków pierwotnych.

Tym nie mniej — jednostkowe oznaczenia sugerują pewną zmienność wraz z głębokością w przypadku kwarcu, a wyniki oznaczeń temperatury homogenizacji przewyższają współczesną temperaturę dna otworu. Wartości dla węglanów — zdecydowanie świadczą o re-ekwilibracji.

Jednostka stratygraficzna: czerwony spągowiec

Złoże: Paproć — Cicha Góra

Typy spoiw: węglanowe (kalcyt, dolomit), siarczanowe (anhydryt), kwarcowe (Jarmołowicz-Szulc, 1997c)

Badania zasadnicze: mikroskopowe badania inkluzji, analiza fluorescencyjna, badania mikrotermometryczne (homogenizacja, wymrażanie).

Badania wspomagające: katodoluminescencja w przypadku węglanów; oznaczenia izotopowe spoiw węglanowych

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: Inkluzje zaobserwowano w trzech typach spoiw. Niezależnie od minerału mają one małą liczebność (kilka, rzadko kilkanaście wrostków) i niewielkie wymiary. Ich przeciętna wielkość wynosi 1–3 μm, rzadko więcej. Kształt inkluzji jest w badanym materiale zróżnicowany — od owalnego poprzez regularny do form całkowicie nieregularnych. Inkluzje są głównie dwu- i jednofazowe. Stosunek L:V — ilości fazy ciekłej do gazowej jest ogólnie zróżnicowany, na ogół jednak z przewagą cieczy. Charakter inkluzji jest pierwotny lub wtórny. Często jednak ich pozycja w kryształach jest niejednoznaczna, brak jest bowiem zdecydowanych relacji względem płaszczyzn kryształu. Można wyróżnić następujące typy inkluzji: — PW1 — inkluzje wodne (dwufazowe, L: V stosunkowo zbieżny, pierwotne); SW1 — inkluzje wodne (dwufazowe, L:V — stosunkowo zbieżny, wtórne); HY1

— inkluzje węglowodorowe (jednofazowe, bez fluorescencji w świetle niebieskim, niebieskawe świecenie w nadfiolecie, mikrotermometria w głębokim wymrożeniu).
Wyniki: W otworze wiertniczym Paproć 9 przeprowadzono badania mikrotermometryczne dla najpełniejszego profilu od nadkładu cechsztyńskiego poprzez czerwony spagowiec po podścielający karbon. W anhydrycie nadkładu inkluzje wodne homogenizowały w temperaturach 100–140°C, z wyraźnym maksimum pomiędzy 100 a 110°C. Inkluzje metanu homogenizowały w –104°C. Wrostki w cemente węglanowym czerwonego spagowca charakteryzują się zróżnicowaną Th w przedziale 95–103°C, niskimi temperaturami eutektyku i dwoma zakresami punktu depresji, a mianowicie –9 do –9,6°C i 0 do –2°C.

Wnioski: Materiał jest trudny do badań z racji niewielkiej ilości inkluzji w spoiwach, a zarazem ciekawy badawczo, ponieważ poza inkluzjami wodnymi występują również inkluzje metanu. Temperatury homogenizacji są niewiele wyższe od obecnie panujących w otworze. Uznać jest można za dobra estymatę temperatur uwięzienia. Dodatkowo zakres temperatur jest zgodny z wynikami badań izotopowych (tlen) dla cementu węglanowego wyżejtemperaturowego. Zasolenie fluidu oszacowano na nieco powyżej 1g/cm³.

Interpretacja: Możliwe jest najpełniejsze odtworzenie warunków powstania cementów węglanowych i anhydrytowych, jak i wyciągnięcie wniosków odnośnie migracji węglowodorów (Jarmołowicz-Szulc, 1997c, 1998a).

Jednostka stratygraficzna: czerwony spagowiec

Region: Pomorze Zachodnie (część północno-zachodnia), Niż Polski (część środkowa)

Typy spoiw: węglanowe (dolomit, kalcyt), siarczanowe (anhydryt), kwarcowe (Maliszewska & Kuberska, 1993; Maliszewska i in., 1997; Kuberska, 1997)

Badania zasadnicze: petrografia i mikrotermometria inkluzji; badania fluorescencji

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: Inkluzje występują w trzech typach cementu. Niezależnie od minerału spoiwa mają one małą liczebność (kilka, rzadko kilkanaście inkluzji) i niewielkie wymiary. Ich przeciętna wielkość jest zmienna w przedziale 1–3 μm. Kształt inkluzji jest zróżnicowany — od owalnego poprzez regularny do form całkowicie nieregularnych. Wrostki w anhydrycie mają kształt zdecydowanie geometryczny. Inkluzje fluidalne są w przebadanym materiale głównie dwu- i jednofazowe. W przypadku inkluzji o dwóch fazach stosunek L:V jest wyraźnie zróżnicowany, na ogół jednak z przewagą cieczy. Charakter inkluzji fluidalnych jest pierwotny lub wtórny. Często także ich pozycja w spoiwie nie jest jednoznaczna, brak jest bowiem zdecydowanych relacji względem płaszczyzn kryształu.

Wyniki: Wyniki homogenizacji i wymrażania inkluzji w różnych typach spoiw i różnych otworach są zróżnicowane. Dla cementu węglanowego w części północnej obszaru temperatury homogenizacji wahają się od 80–110°C, poprzez 100–130°C aż do 130–148°C (w części południowej). Inkluzje w cemente anhydrytowym homogenizują w dwóch zakresach temperatur: 130–148°C i 190–192°C. Temperatury topnienia (punkt depresji) są także zróżnicowane. Zaznaczają się trzy grupy wartości: w przedziale –18 do –13°C (cement węglanowy, anhydrytowy), –5 do –6°C

(cement kwarcowy) oraz –2 do –1°C. Implikuje to zmienne zasolenie fluidów inkluzji w poszczególnych próbkach: od wysokich wartości około 20–18% wag. ekw. NaCl, poprzez średnie (8–9) do niskich (2–3% wag. ekw. NaCl). Badania fluorescencji fluidu w inkluzjach dały wynik negatywny.

Wnioski: Materiał badawczy jest trudny. W poszczególnych typach spoiw istnieje zaledwie niewielka ilość wrostków o wielkości umożliwiającej obserwacje wnętrza w trakcie badań mikrotermometrycznych. Duża jest zmienność uzyskanych laboratoryjnie wartości temperaturowych, które pozostają jednak w ścisłym powiązaniu z danymi refleksyjności wityrytu i współczesną temperaturą dna otworów.

Interpretacja: Fluidy pierwotne odpowiedzialne za tworzenie różnych typów wypełnienia przestrzeni porowej były zróżnicowane, zarówno pod względem temperatur, jak i składu. Pełna interpretacja wartości mikrotermometrycznych i wzajemne porównania pomiędzy otworami wiertniczymi możliwe będą po dokonaniu standaryzacji litofacjalno-głębokościowej próbek i zagęszczeniu opróbowania.

Jednostka stratygraficzna: cechsztyń

Region: Niż Polski (część środkowa)

Typy spoiw: węglanowe (dolomit), siarczanowe (anhydryt) — Wichrowska (1998)

Badania zasadnicze: mikrotermometria inkluzji

Charakterystyka inkluzji fluidalnych: Inkluzje występują w trzech typach cementu węglanowego wypełniającego próżnię (M. Wichrowska, inf. ustna). Ich wielkość jest zmienna w przedziale 1–10 μm. W obrębie dolomitu „lustrzanego” inkluzje są jednofazowe, wydłużone i porozrywane. Inkluzje pierwotne i co najmniej dwie generacje inkluzji wtórnych są charakterystyczne dla dolomitu żyłowego, przy czym te pierwsze tworzą charakterystyczne ciągi równoległe do kierunków krystalograficznych. Wrostki są zarówno dwu-, jak i jednofazowe. Kształt — mniej lub bardziej geometryczny. W przypadku inkluzji o dwóch fazach stosunek L:V jest wyraźnie zmienny. Zaobserwowano także inkluzje mieszane (inkluzja w inkluzji). W obrębie grubokrystalicznego dolomitu inkluzje fluidalne są bezkształtne, duże (kilka μm) i mają wysoki stosunek L:V, raczej zbieżny w obrębie asocjacji (FIA). Tym niemniej przez środek tych wrostków przechodzą jakby spęknięcia.

Wyniki: Inkluzje jednofazowe w dolomicie lustrzanym — bez oznaczeń temperaturowych. Inkluzje dwufazowe w dolomicie żyłowym — przykładowa homogenizacja w temperaturach 87–92°C. Homogenizacja dwufazowych inkluzji w późnym dolomicie grubokrystalicznym zachodziła w przedziale 118–121°C.

Interpretacja/Uwagi: Powszechna jednofazowość inkluzji w dolomicie „lustrzanym” sugeruje niskie temperatury tworzenia tego spoiwa — poniżej 60°C. Jednocześnie porozrywanie świadczy o rozhermetyzującym wpływie innych procesów. Zmienny stosunek fazy ciekłej do gazowej w inkluzjach dwufazowych oraz spękania dyskwalifikują te wrostki do badań mikrotermometrycznych. Ogólnie biorąc — w przypadku badanego materiału niemożliwe jest odtworzenie pierwotnych warunków powstania poszczególnych spoiw. Można jedynie mówić o śladach

bliżej niezdefiniowanych, późniejszych niż sam cement procesów geologicznych.

Podsumowanie

Zasadniczym i podstawowym elementem stosowania metody badań inkluzji fluidalnych jest jasne sformułowanie problemu, który chciałoby się rozwiązać za pomocą wrostków. Szczegółowe obserwacje mikroskopowe — wnikliwa charakterystyka petrograficzna inkluzji zawartych w spoiwach — pozwolą na ocenę realności zadania przed planowaniem prac mikrotermometrycznych.

Powyższa krótka systematyka badań inkluzji fluidalnych w różnym geologicznie materiale — cementach skał paleozoicznych pokazuje, jak zmienna jest możliwość posłużenia się tą metodą przy analizie różnych typów różnowiekowych wypełnień. Poza podstawowymi kryteriami stosowności metody wielką trudność stanowi przede wszystkim mała wielkość i niewielka liczba tych wrostków.

Przy interpretacji wyników temperaturowych i wyciąganiu wniosków genetycznych należy zatem wykazać dużą ostrożność i dobrze jest móc stosować badania inkluzji w połączeniu z innymi metodami, jak np. oznaczenia izotopowe, czy analiza refleksyjności wityrytu.

Podziękowania. Autorka składa podziękowanie zespołowi Zakładu Petrografii Państwowego Instytutu Geologicznego za udostępnienie części próbek i miłą współpracę. Pani profesor A. Maliszewskiej dziękuję za wprowadzenie w trudną problematykę czerwonego spągowca i nieustającą życzliwość, a koleżankom: M. Kuberskiej, A. Kozłowskiej, M. Wichrowskiej, M. Połońskiej i M. Sikorskiej za serdeczność i długie godziny spędzone w poszukiwaniu inkluzji, co wzbogaciło moją wiedzę i doświadczenie zarówno w zakresie badania tych mikrowrostków, jak i wypełnienia przestrzeni porowej różnych wiekowo skał osadowych.

Literatura

- GOLDSTEIN R.H. & REYNOLDS T.J. 1994 — Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals, SEPM Short Course, 31, Tulsa.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1993 — Wstępne badania inkluzji fluidalnych w skałach czerwonego spągowca. [W:] Maliszewska A. & Kuberska M. — CAG, 1/94:31–39.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1995a — Badania inkluzji fluidalnych (karbon). [W:] A.Kozłowska — Badanie spoiwa piaskowców karbońskich Niecki Warszawskiej pod kątem ich własności zbiornikowych. CAG, 169/96: 29–36.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1995b — Inkluzje fluidalne w wybranych próbkach z otworu wiertniczego Giełczew IG 5. [W:] Miłaczewski L., Narkiewicz M. & Radlicz K. — Analiza systemów depozycyjnych i ewolucji przestrzeni porowej skał dewonu górnego w rejonie Bychawa–Giełczew. CAG, 1113/97: 11.1–11.6.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1996a — Badania inkluzji fluidalnych (B21–1) [W:] Badania geologiczne w otworze B21–1. Arch. Przeds.Państw. Petrobaltic, Gdańsk.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1996b — Wyniki badań inkluzji fluidalnych (B3–9). [W:] Uzupełniające badania geologiczne w otworze B3–9 (r. 3.2). Arch. Przeds.Państw. Petrobaltic, Gdańsk.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1996c — Ocena próbek osadów karbonu pod kątem ich przydatności do badań inkluzji fluidalnych. [W:] Połońska M. — Ocena charakteru przeobrażeń diagenetycznych w piaskowcach karbonu Pomorza Zachodniego na podstawie wybranych wierceń. CAG, 504/97: 34–37.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1997a — Możliwości zastosowania badań inkluzji fluidalnych w studiach diagenetyki skał zbiornikowych i rekonstrukcji kierunków migracji węglowodorów, Nafta–Gaz, 5: 165–172.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1997b — Mikroskopowe badania fluorescencji fluidalnych inkluzji węglowodorów w cementach skał osadowych, Prz. Geol., 45: 865–867.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1997c — Wykorzystanie inkluzji fluidalnych w spoiwach skał paleozoiku Niżu Polskiego dla poszukiwań ropy naftowej i gazu ziemnego. CAG, 2/98: 1–36.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1997d — Analiza inkluzji fluidalnych w spoiwach skał osadowych czerwonego spągowca. [W:] Kuberska M. — Wpływ procesów diagenetycznych na własności kolektorskie osadów czerwonego spągowca w kujawsko — pomorskim segmencie strefy T–T (Budziszewice–Szczecinek). CAG, 4/98: 27–35.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1997e — Studium inkluzji fluidalnych w cementach skał osadowych czerwonego spągowca środkowej i zachodniej części Niżu Polskiego [W:] Maliszewska A., Kuberska M., Kiersnowski H., Jarmołowicz-Szulc K., Jackowicz E., Langier-Kuźniarowa A., Borkowska B. — Modele diagenetyki osadów czerwonego spągowca w zachodniej części Niżu Polskiego [W:] Maliszewska A., Kuberska M., Kiersnowski H., Jarmołowicz-Szulc K., Jackowicz E., Langier-Kuźniarowa A. & Borkowska B. 7. CAG, 3/98: 25–30.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1998a — Studies on the filling of pore space in the Rotliegendes sedimentary rocks, SW Poland: fluid inclusions, luminescence, isotopes. VII Pan-American Conference on Research on Fluid Inclusions, Program and Abstracts, 36, University of Nevada, Las Vegas.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1998b — Quartz cements in the Cambrian sandstones, Żarnowiec region, N Poland: a fluid inclusion study. Geol. Quart., 42: 311–318.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1998c — Inkluzje fluidalne w spoiwach piaskowców kwarcowych — przyczynek do dyskusji migracji fluidów. Materiały III Sympozjum „Badania geochemiczne i petrofizyczne w poszukiwaniach ropy naftowej”. Ustroń 98, 119–122, IGNiG, Kraków.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1998d — Eksperymentalna ocena dojrzałości ropy naftowej na podstawie badań inkluzji fluidalnych. CAG, 171/99: 1–37.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1998e — Pilotowe badania inkluzji fluidalnych w skałach osadowych cechsztynu (otwory wiertnicze: Nieświn PIG1, Ostałów 2, Nadarzyn IG1, Opoczno PIG2). [W:] Wichrowska M. — Diagenetyka skał węglanowych dolomitu głównego w północno-zachodniej strefie przykrawędziowej platformy prekambryjskiej jako czynnik kształtowania przestrzeni porowej. CAG, 596/99: 1–10 (Zał.I).
- KOZŁOWSKA A. 1995 — Badanie spoiwa piaskowców karbońskich Niecki Warszawskiej pod kątem ich własności zbiornikowych. CAG, 169/96: 1–59.
- KUBERSKA M. 1997 — Wpływ procesów diagenetycznych na własności kolektorskie osadów czerwonego spągowca w kujawsko - pomorskim segmencie strefy T–T (Budziszewice–Szczecinek). CAG, 4/98: 1–54.
- LEEDER O., THOMAS R., KLEMM W. 1987 — Einschlusse in Mineralen. VEB Deutscher Verlag, Leipzig.
- MALISZEWSKA A., KUBERSKA M. 1993 — Analiza petrograficzna wypełnienia przestrzeni porowej w skałach osadowych czerwonego spągowca zachodniej części Niżu Polskiego. CAG, 1/94: 1–53.
- MALISZEWSKA A., KUBERSKA M., KIERSNOWSKI H., JARMOŁOWICZ-SZULC K., JACKOWICZ E., LANGIER-KUŹNIAROWA A., BORKOWSKA B. 1997 — Modele diagenetyki osadów czerwonego spągowca w zachodniej części Niżu Polskiego. CAG, 3/98: 1–92.
- MIŁACZEWSKI L., NARKIEWICZ M., RADLICZ K. 1996 — Analiza systemów depozycyjnych i ewolucji przestrzeni porowej skał dewonu górnego w rejonie Bychawa–Giełczew. CAG, 1113/97: 1–80.
- POŁOŃSKA M. 1996 — Ocena charakteru przeobrażeń diagenetycznych w piaskowcach karbonu Pomorza Zachodniego na podstawie wybranych wierceń. CAG, 504/97: 1–54.
- ROEDDER E. 1984 — Reviews in Mineralogy, Fluid Inclusions, 12, Miner. Soc. Amer., 1–254.
- SIKORSKA M. 1996a — Rola procesów diagenetycznych w kształtowaniu własności kolektorskich skał kambru na obszarze polskiej części platformy prekambryjskiej. CAG, 464/97: 1–74.
- SIKORSKA M. 1996b — Analiza petrograficzna skał kambru. W: Uzupełniające badania geologiczne w otworze B3–9. Arch. Przeds. Państw. Petrobaltic, Gdańsk.
- WICHROWSKA M. 1998 — Diagenetyka skał węglanowych dolomitu głównego w północno-zachodniej strefie przykrawędziowej platformy prekambryjskiej jako czynnik kształtowania przestrzeni porowej. CAG, 596/98: 1–51.