BIULETYN PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO 444: 191–198, 2011 R.

UWAGI DO POGLĄDÓW NA GENEZĘ PEGMATYTÓW STRZEGOMSKICH OPARTE NA BADANIACH INKLUZJI FLUIDALNYCH W KRYSZTAŁACH KWARCU Z KOLEKCJI MUZEUM GEOLOGICZNEGO PIG-PIB

REMARKS TO VIEWS ON THE STRZEGOM PEGMATITES GENESIS BASED ON FLUID INCLUSIONS ANALYSIS OF QUARTZ CRYSTALS FROM THE PGI-NRI MUSEUM COLLECTION

KRYSTYNA WOŁKOWICZ[1], ELŻBIETA JACKOWICZ[1]

Abstrakt. Zbadano inkluzje fluidalne zawarte w kwarcu z pegmatytów strzegomskich ze zbiorów Muzeum Geologicznego PIG-PIB. Pochodzą one z druz pegmatytowych o genezie pneumatolityczno-hydrotermalnej.

Badano inkluzje w kwarcu szarym, zadymionym, morionie i krysztale górskim. Najszersze spektrum temperaturowe otrzymano w kwarcu najstarszym – szarym, masywnym, nieprzezroczystym, często silnie spękanym. Temperatury homogenizacji mieszczą się w przedziale od ok. 100 do 550°C. Tak szeroki zakres wynika z przenikania się różnych generacji kwarcu w jego szarej odmianie. Najliczniejsze wrostki, w których homogenizacja zachodzi w temperaturach niższych niż ok. 200°C, są związane głównie z regeneracją starszych generacji kwarcu. Inkluzje te wypełnia najczęściej roztwór wodny NaCl–$CaCl_2$. Wrostki fluidalne, w których ujednolicenie faz zachodzi w temp. 200–240°C, najprawdopodobniej dokumentują krystalizację kryształu górskiego. Zakres krystalizacji kwarcu zadymionego i morionu wyznaczono na 200–300°C. Skład fluidu jest dyskusyjny. Wrostki najwyżej temperaturowe w temperaturze 327,8–407,8°C najczęściej homogenizują w fazę ciekłą. W niektórych inkluzjach, o formach owalnych lub wielokątnych, w temperaturach 342–550°C zauważono homogenizację w fazę gazową. Najprawdopodobniej część z tych wrostków dokumentuje etap pneumatolityczny, w którym utworzył się kwarc szary.

Słowa kluczowe: pegmatyty strzegomskie, inkluzje fluidalne, kryształy kwarcu, analiza termometryczna.

Abstract. Fluid inclusions in quartz found in the Strzegom pegmatites (Sudety Mts, S Poland) were investigated. The samples are located at the PGI Museum in Warsaw. They come from pegmatite druses of pneumatolytic-hydrothermal origin. Fluid inclusions in grey quartz, smoky quartz, morion and rock-crystal were examined. The widest temperature spectrum was obtained within the oldest grey quartz which is massive, not-transparent and often strongly fractured. Homogenization temperatures fall within the interval from 100 to 550°C. Such a wide range is due to intergrowths of different quartz generations of the grey type. The majority of inclusions, in which the homogenization can be seen, exhibit temperatures lower than 200°C. They are associated with the regeneration of older quartz generations. These inclusions are filled in with brines containing NaCl–$CaCl_2$. Fluid inclusions, in which homogenization occurs in the temperature interval of 200–240°C, most probably define rock-crystal quartz crystallization. A crystallization range of smoky quartz and morion was calculated at 200–300°C. The composition of fluid is controversial. The highest temperature inclusions homogenize to the liquid phase at the temperatures of 327.8 to 407.8°C. Homogenization in the gas phase is noticed in some oval and polygonal inclusions at the temperatures of 342–550°C. A pneumatolitic stage, in which grey quartz was created, is probably documented by part of these inclusions.

Key words: Strzegom pegmatites, fluid inclusions, quartz crystals, thermometric analysis.

[1] Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: krystyna.wolkowicz@pgi.gov.pl; elzbieta.jackowicz.@pgi.gov.pl

WSTĘP

Celem rozpoznania genezy kwarcu z pegmatytów strzegomskich zbadano inkluzje fluidalne zawarte w kryształach ze zbiorów Muzeum Geologicznego PIG-PIB. Masyw granitoidowy Strzegom-Sobótka był wielokrotnie przedmiotem badań petrograficznych, między innymi: Majerowicza (1972), Puziewicza (1990), Domańskiej-Siudy (2007). W pracach tych podkreślano zróżnicowanie petrograficzne jego zachodniej i wschodniej części. Preparaty wybrane do badań pochodzą z zachodniej części tego masywu. Są to okazy kwarcu ze Strzegomia z kolekcji 396.IV., 2222Wm., 2210Wm., 2223Wm., 2221Wm., 2214Wm., 149.IV oraz z leżącego na zachód od Strzegomia Zimnika – z kolekcji 150.IV.17. Preparaty są fragmentami pojedynczych kryształów kwarcu zadymionego, morionu, kryształu górskiego i kryształów kwarcu szarego obrośniętego i przerośniętego z kwarcem zadymionym, z narastającymi kryształami przezroczystego kryształu górskiego.

Waryscyjski granitoidowy masyw strzegomski zawiera liczne pegmatyty z inwentarzem ponad 50 minerałów, występujących w różnych ilościach i z różną częstotliwością (Majerowicz, 1972; Janeczek, 1985, 2007; Marcinowska, Kozłowski, 1998; Chabros i in., 2002). Pegmatyty strzegomskie są utworami pierwotnymi, powstałymi w końcowym etapie krystalizacji magmy granitowej. Magma ta krystalizowała w warunkach niedużych ciśnień, około 1–2 kbar. Są to warunki sprzyjające separacji fazy lotnej z magmy (Janeczek, 1985, 2007). Minerały strefy aplitowej krystalizowały wprost z odgazowanego stopu, natomiast powstanie przerostów granofirowych i pismowych może być rezultatem szybkiej krystalizacji kierunkowej ze stopu nasyconego wodą (Janeczek, 1985). Rozmiary gniazd pegmatytowych wahają się od kilku centymetrów do kilku metrów, kształt zmienia się od izometrycznego do wydłużonych stref przypominających żyły. W zachodniej części masywu dominują pegmatyty druzowe (miarolityczne i komorowe) (*op. cit.*). Dla pegmatytów miarolitycznych charakterystyczne są dwa zespoły mineralne: pierwszy – pegmatytowy, budujący strefy okrywy miaroli, składający się ze skaleni alkalicznych, szarego kwarcu, plagioklazów, biotytu i ich chlorytowych pseudomorfoz i drugi zespół – hydrotermalny, składający się z minerałów, które wykrystalizowały głównie wewnątrz miaroli. Do najbardziej typomorficznych minerałów pegmatytów zachodniej części masywu Strzegom-Sobótka zaliczono: mikroklin, albit, kwarc, Fe-chloryty, epidot, bawenit, fluoryt, stilpnomelan, turmalin, laumontyt, stilbit, chabazyt i kalcyt (*op. cit.*). Kwarc występuje zwykle strefowo (kwarc szary, morion i kryształ górski) (Marcinowska, Kozłowski, 1998). W kryształach kwarcu zaznacza się intensywność zjawisk tektonicznych, wielokrotnie ulegały one spękaniom, zabliźnianiu i regeneracji (Kozłowski, 2002). Liczne spękania w kwarcu mogły pojawić się wskutek termicznej kontrakcji skał macierzystych. Większość z tych spękań została zabliźniona kwarcem o temperaturach homogenizacji inkluzji poniżej 380°C (*op. cit*.). Główna faza krystalizacji hydrotermalnej miała miejsce w przedziale temperatur 300–200°C (Janeczek, 1985, 2007).

Wyniki badań termometrycznych w minerałach pegmatytów zawarto między innymi w pracach Kozłowskiego (1973, 1994, 2002), Lenkowskiego (1983), Janeczka (1985, 2007), Marcinowskiej i Kozłowskiego (1998), Kozłowskiego i Metza (1999) oraz Kozłowskiego i Marcinowskiej (2007).

METODYKA BADAŃ INKLUZJI FLUIDALNYCH

Minerały zawierają różnego rodzaju wrostki stałe i fluidalne. Te ostatnie dostarczają cennych informacji o środowisku ich krystalizacji. Zwykle panowały wtedy warunki odbiegające od idealnych, czego efektem są defekty sieci krystalicznej (Czaja, 1982; Bolewski i in., 1990). Kryształy podlegały wielu procesom znacznie je zmieniającym, między innymi rozpuszczaniu i rekrystalizacji; na skutek stresu pękały, a następnie często były zabliźniane nową generacją kwarcu, z innym zespołem inkluzji.

Podstawą badań inkluzji fluidalnych jest założenie, że są one tworami hermetycznymi w obrębie naturalnych, krystalicznych skupień, w których zostały uwięzione w czasie ich powstawania lub w kolejnych procesach geologicznych (Roedder, 1984; Samson i in., 2003). W wielu przypadkach założenie to jest spełnione, ale często też inkluzje ulegają zmianom, na przykład wskutek rozciągania lub podziału. Badając kryształy kwarcu w Sudetach, można zauważyć, jak niestabilnym tworem są inkluzje fluidalne. Rzadko pozostają w miejscu, w którym zostały uwięzione. Nawet w przypadku „hermetycznych" kryształów mamy do czynienia z obecnością inkluzji poprzemieszczanych.

Homogenizację inkluzji wykonano na stoliku grzewczo-chłodzącym THMS600 firmy Linkam zainstalowanym na mikroskopie polaryzacyjnym Eclipse LV100 POL firmy Nikon. Badania kriometryczne wykonano przy pomocy amerykańskiego urządzenia Fluid Inc. System współpracującego z mikroskopem optycznym Leitz-Orthoplan. Analizy wrostków we fluorescencji, w celu stwierdzenia potencjalnej obecności w nich węglowodorów, przeprowadzono przy użyciu mikroskopu Nikon-Optiphot z dostawką do fluorescencji i filtrami do światła nadfioletowego i niebieskiego.

W badaniach termometrycznych istotne jest precyzyjne uchwycenie temperatury homogenizacji (T_h) przybliżającej temperaturę krystalizacji minerału, określenie temperatury

początku topnienia lodu (temperatura eutektyku – T_e) i uchwycenie temperatury stopienia się ostatniego kryształku lodu (temperatura topnienia – T_m). Analiza temperatury eutektyku umożliwia odtworzenie składu wypełnienia inkluzji, zaś temperatury topnienia pozwala na ocenę stopnia zasolenia inkluzji wodnych (Roedder, 1984).

CHARAKTERYSTYKA ZESPOŁÓW INKLUZJI I ICH ANALIZA

W poszczególnych odmianach kwarcu strzegomskiego – w kwarcu szarym, zadymionym, morionie i krysztale górskim w badaniach termometrycznych wyróżniono kilka różnorodnych zespołów inkluzji.

Najszersze spektrum temperaturowe otrzymano w kwarcu najstarszym – szarym, masywnym, nieprzezroczystym, często silnie spękanym. Temperatury homogenizacji mieszczą się w przedziale od około 100 do 550°C. Tak szeroki zakres wynika z przenikania się różnych generacji kwarcu w jego szarej odmianie.

Najwięcej wrostków ciekło-gazowych niezależnie od rozmaitego ich kształtu (od form automorficznych do nieregularnych) i wielkości (maksymalnie 0,15 mm) homogenizuje w fazę ciekłą w temperaturze około 170,0–200,0°C. Zespoły tych inkluzji tworzą nagromadzenia różnej wielkości, miejscami występują pojedynczo (tabl. I, fig. 1, 2). Są to inkluzje ciekłe z pęcherzykiem gazowym, zajmującym w temperaturze pokojowej maksymalnie 10% objętości. W niektórych wrostkach zauważono niewielkie skupienia minerałów podobnych do kalcytu, a także epidotu i łyszczyków. Inkluzje te związane są głównie ze strefami regeneracji i występują zgodnie z pewnymi kierunkami krystalograficznymi, które określono mianem spękań romboedrycznych (Kozłowski, 1994). Wykazują zbliżone temperatury homogenizacji (ok. 180–190°C) (tab. 1). Ich wypełnienie może stanowić roztwór wodny NaCl–$CaCl_2$ (Shepard i in., 1985). Zasolenie fluidu wynosi ok. 8% ekw. NaCl.

Najciekawsze ze względu na genezę najstarszego kwarcu, a jednocześnie najtrudniejsze do zlokalizowania, są wrostki wysokotemperaturowe. Charakteryzują się one przypadkowym ułożeniem w krysztale, różna jest ich wielkość (choć zwykle nie przekracza 0,01 mm) i kształt. Dominują formy wielokątne, owalne i automorficzne. Przeważają inkluzje dwufazowe, choć niekiedy widoczna jest w nich nierozpoznawalna faza stała. W temperaturach 327,8–342,0°C homogenizują w fazę ciekłą. W zakresie temperatur 342,0–407,8°C zauważono homogenizację w fazę ciekłą i gazową. W temperaturach 407,8–550,0°C homogenizują w fazę gazową. W pojedynczych wrostkach zaobserwowano prawdopodobny ciekły CO_2. Kozłowski i Metz (1999) wnioskują, że inkluzje wysokotemperaturowe zawierają NaCl, przy stopniowo rosnącym, wraz ze spadkiem temperatury, zasoleniu.

Inkluzje charakterystyczne dla kolejnych generacji kwarcu strzegomskiego – kwarcu zadymionego i morionu – są zwykle dwufazowe, ciekło-gazowe, homogenizują w fazę ciekłą. Charakteryzują się rozmaitymi kształtami, od owalnych, wielokątnych przez formy automorficzne do nieregularnych, przeważnie są niewielkie (ok. 0,01mm). Wrostki te najczęściej występują pojedynczo.

Otrzymane temperatury homogenizacji około 200°C i nieco powyżej dotyczą najprawdopodobniej inkluzji pierwotnych. Na podstawie histogramu (fig. 1), dla inkluzji charakterystycznych dla kwarcu zadymionego i morionu można przyjąć zakres temperaturowy (T_h) od około 200 do 300°C.

Wyniki pojedynczych pomiarów kriometrycznych sygnalizują okresową obecność słabo zasolonych roztworów (ok. 3% ekw. NaCl). Temperatura eutektyku wynosząca około 33°C wskazuje na wypełnienie wrostków H_2O z $MgCl_2$, NaCl–$MgCl_2$–H_2O lub, przy założeniu składu metastabilnego, H_2O–NaCl (Shepard i in., 1985, Goldstein, Reynolds, 1994). Taki charakter, raczej epizodyczny, mogły mieć roztwory w końcowej fazie krystalizacji kwarcu zadymionego. Według Kozłowskiego i Metza (1999) inkluzje homogenizujące w temperaturach 300–150°C zawierają 8–20% NaCl–$CaCl_2$, sporadycznie ciekłe CO_2.

W preparacie mikroskopowym zauważono ostro zaznaczającą się granicę między kwarcem szarym i zadymionym, wskazującą na wytrawienie starszego kwarcu przed rozwojem kolejnej jego generacji. Narastający kwarc występuje w zgodności krystalograficznej ze starszą odmianą (tabl. I, fig. 3, 4).

Tabela 1

Dane termometryczne inkluzji fluidalnych występujących w kwarcu zabliźniającym spękania romboedryczne [°C]

Thermometric data of fluid inclusions in rhombohedral fractures [°C]

Lp	T_h	T_m	T_e
1	190,9	6,3	–48,0 (lub –35,1)
2	191,2	6,6	–
3	191,1	6,6	–35
4	187,3	6,4	–33
5	191,2	6,4	–
6	184,1	6,7	–46
7	184,6	6,4	–48
8	184,6	6,4	–46
9	186,7	6,5	–
10	181,8	6,7	–49,2

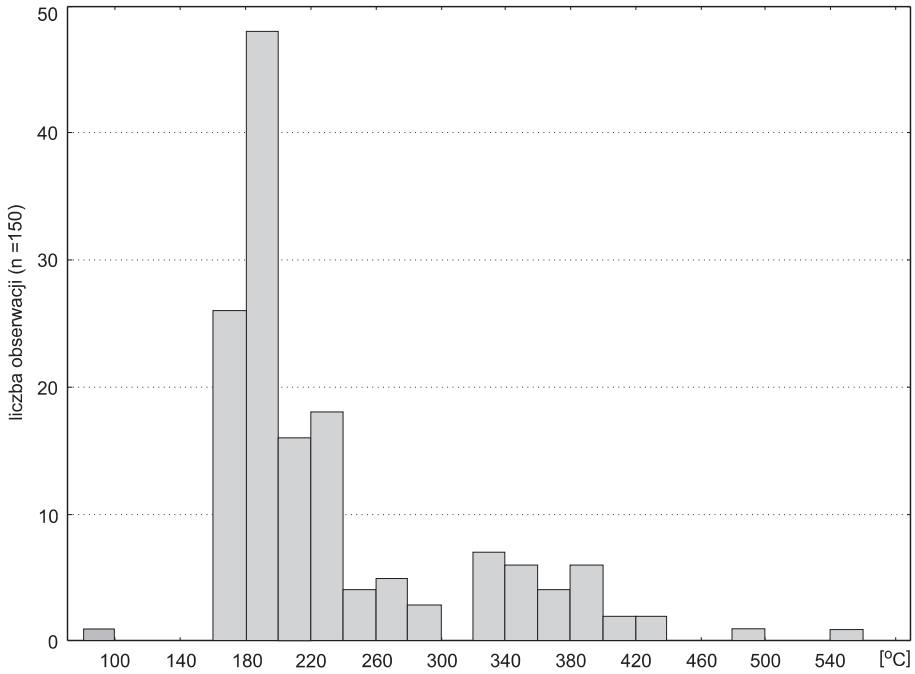


Fig. 1. Histogram rozkładu temperatur [°C] homogenizacji inkluzji fluidalnych w kwarcu ze Strzegomia

Histogram of distribution of homogenization temperatures [°C] of fluid inclusions in quartz from Strzegom

W krysztale górskim znaleziono inkluzje o niewątpliwie pierwotnej genezie. Jest to grupa kilku osobników w centralnej części prawidłowo wykształconego kryształu (tabl. I, fig. 5). Są one dwufazowe, w temperaturze pokojowej zawierają ok. 20% fazy gazowej. Charakteryzują się formami owalnymi i automorficznymi. Homogenizują w fazę ciekłą w temperaturach od 240,7°C (w środkowej części kryształu) poprzez 233,6 do 225,0°C w strefie nieco oddalonej od środka w kierunku brzegu kryształu.

Temperatury homogenizacji inkluzji w zakresie 250–90°C w krysztale górskim uzyskane przez Marcinowską i Kozłowskiego (1998) charakteryzują zapewne wrostki pierwotne i wtórne.

Ostatnią wyróżnioną grupę stanowią wrostki homogenizujące w fazę ciekłą w niskich zakresach temperaturowych, od ok. 100 do ponad 170°C i charakteryzujące się różnymi, często nieregularnymi kształtami (tabl. I, fig. 6). W grupie tej oprócz inkluzji dwufazowych ciekło-gazowych o stałym stosunku fazowym, z niewielką fazą gazową, występują też jednofazowe i dwufazowe o zmiennej zawartości fazy gazowej. W jednym z zespołów wrostków jednofazowych o wypełnieniu szarobrunatnym, skupionych wokół zabliźnionego spękania nie udało się określić ich składu. Podczas wymrażania do –182°C nie zaobserwowano w nich żadnych zmian, poza niezbyt wyraźnym obrazem lodu. Część z wymienionych wrostków mogła utworzyć się wskutek niskotemperaturowych procesów charakterystycznych dla późnych odmian kwarcu strzegomskiego (Kozłowski, 1994). Pozostałe powstały głównie na skutek działania procesów wtórnych (Roedder, 1984).

Z badań Kozłowskiego i Metza (1999) wynika, że inkluzje homogenizujące w temperaturach 140–90°C charakteryzują się zasoleniem w granicach 2–8% NaCl.

Uzyskane wyniki temperatur homogenizacji inkluzji fluidalnych kwarcu strzegomskiego mieszczą się w szerokim przedziale (fig. 1). Na wykresie widoczna jest przede wszystkim częstość występowania poszczególnych generacji inkluzji. Najliczniejsza grupa wrostków ma charakter polimodalny i obejmuje temperatury od 160 do 300°C, przy czym główne maksimum zlokalizowane jest w interwale 180–200°C, a kolejne, o coraz mniejszej intensywności, znajdują się w przedziałach 220–240°C i 260–280°C.

Wrostki o temperaturach homogenizacji niższych niż 200°C, związane głównie z regeneracją starszych osobników kwarcu, często są widoczne w kwarcu zabliźniającym spękania romboedryczne. Na grupę tę nakładają się częściowo wyniki temperatur homogenizacji wrostków niskotemperaturowych pierwotnych i wtórnych. Inkluzje, w których homogenizacja zachodzi w temperaturze 200–240°C najprawdopodobniej dokumentują krystalizację kryształu górskiego. Na histogramie analizowany przedział główny zaznacza się do temperatury około 300°C, obejmuje wymienione generacje kwarcu, określa też zakres krystalizacji kwarcu zadymionego i morionu (200–300°C).

Kolejna grupa pomiarów obejmuje inkluzje homogenizujące w zakresie od 320 do ponad 440°C i słabo zaznacza się do 550°C. Populacja ta jest mniej liczna i nie wykazuje dominującego lokalnego maksimum. W tym zakresie temperatur pojawiają się inkluzje homogenizujące zarówno w fazę ciekłą, jak i gazową. Część wspomnianych wrostków doku-

mentuje etap pneumatolityczny, w którym krystalizował kwarc szary. Według Marcinowskiej i Kozłowskiego (1998) w temperaturze około 400°C zaznaczył się etap silnego kruszenia kwarcu pegmatytowego i początek regeneracji okruchów do kryształów euhedralnych oraz zabliźnianie szczelin.

Wielokrotna regeneracja kwarcu strzegomskiego (Kozłowski, 1994) miała olbrzymi wpływ na obecną charakterystykę inkluzji, prawdopodobnie obarczoną dużym błędem (Shephard i in., 1985).

Charakteryzujące się dużą różnorodnością preparaty ze Strzegomia badano we fluorescencji, nie stwierdzając świecenia, co świadczy o braku węglowodorów aromatycznych w wypełnieniu inkluzji.

WNIOSKI

1. Geneza pneumatolityczno-hydrotermalna pegmatytów strzegomskich została nakreślona przez wielu badaczy (m.in.Majerowicz, 1972, Kozłowski, 1973; Janeczek, 1985). Korespondują z nią otrzymane wyniki temperatur homogenizacji inkluzji fluidalnych w kwarcu w zakresie od 550 do 100°C.

2. Uzyskana przez autorki temperatura homogenizacji inkluzji fluidalnych w kwarcu szarym (550°C w gaz) poszerza znany z wcześniejszych badań górny zakres temperaturowy (T_h) dla wrostków w tej odmianie kwarcu w granicach 420–330°C (Kozłowski, 2002) i 510°C (Kozłowski, Metz, 1999).

3. Najbardziej liczne wrostki, w których ujednolicenie faz zachodzi w temperaturach niższych niż około 200°C są związane głównie z regeneracją starszych generacji kwarcu. Inkluzje te wypełnia głównie roztwór wodny NaCl–$CaCl_2$, o zasoleniu około 8% ekw. NaCl.

4. Wrostki fluidalne, w których ujednolicenie faz zachodzi w temperaturze 200–240°C najprawdopodobniej dokumentują krystalizację kryształu górskiego.

5. Zakres krystalizacji kwarcu zadymionego i morionu wyznaczono na 200–300°C. Na podstawie pojedynczych pomiarów kriometrycznych w inkluzjach w kwarcu zadymionym uzyskano wyniki wskazujące na niskie zasolenie fluidu (ok. 3% ekw. NaCl). Jego skład jest dyskusyjny, stanowi go roztwór wodny z $MgCl_2$, H_2O–NaCl–$MgCl_2$ lub metastabilny roztwór wodny NaCl. Takie zasolenie mogło mieć charakter epizodyczny w końcowej fazie krystalizacji kwarcu zadymionego.

6. W zakresie temperatur od 320 do 440°C i powyżej (do 550°C) występują wrostki fluidalne homogenizujące zarówno w fazę ciekłą, jak i gazową. W pojedynczych inkluzjach zaobserwowano prawdopodobny ciekły CO_2. Część z tych wrostków dokumentuje etap pneumatolityczny, w którym utworzył się kwarc szary.

7. We fluorescencji nie zauważono świecenia wypełnień inkluzji fluidalnych, co świadczy o braku węglowodorów aromatycznych w wypełnieniu wrostków.

LITERATURA

BOLEWSKI A., KUBISZ J., MANECKI A., ŻABIŃSKI W., 1990 — Mineralogia ogólna. Wyd. Geol., Warszawa.

CHABROS E., DZIERŻANOWSKI P., KOZŁOWSKI A., 2002 — Post-magmatic rare-earth-element mineralisation in the granitoid Strzegom massif, SW Poland. *Pr. Specjalne PTM*., **20**: 71–73.

CZAJA M., 1982 — Wyniki badań strukturalnych kwarców i chalcedonitów z bazaltoidów w Lubiechowej (G. Kaczawskie). *Pr. Miner*., **82**.

DOMAŃSKA-SIUDA J., 2007 — The granitoid Variscan Strzegom–Sobótka massif. *W*: Granitoids in Poland (red. A. Kozłowski, J. Wiszniewska). AM Monograph, 1: 179–191. Publ. by KNM PAN–WG UW, Warszawa.

GOLDSTEIN R.H., REYNOLDS T.J., 1994 — Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals. *Soc. Sedimentary Geol*., Short Course, **31**.

JANECZEK J., 1985 — Typomorficzne minerały pegmatytów masywu granitoidowego Strzegom–Sobótka. *Geol. Sudet*., **20**, 3: 1–82.

JANECZEK J., 2007 — Intragranitic pegmatites of the Strzegom–Sobótka massif – an overview. *W*: Granitoids in Poland (red. A. Kozłowski, J. Wiszniewska). AM Monograph, 1: 193–201. Publ. by KNM PAN–WG UW, Warszawa.

KOZŁOWSKI A., 1973 — Kwarc pomagmowy masywu strzegomskiego i karkonoskiego; jego środowisko krystalizacji i pierwiastki śladowe. *Acta Geol. Pol*., **23**, 2: 341–365.

KOZŁOWSKI A., 1994 — Defected quartz crystals fluid inclusions and wallrock joint fractures in Strzegom pegmatites, Poland. PACROFI V: 50–51.

KOZŁOWSKI A., 2002 — Crush events in granitoid pegmatites as recorded by quartz crystals. *Pr. Specjalne PTM*, **20**: 117–119.

KOZŁOWSKI A., MARCINOWSKA A., 2007 — Hydrothermal activity in the Karkonosze, Strzegom and Strzelin massif – a fluid inclusion study. *W*: Granitoids in Poland (red. A. Kozłowski, J. Wiszniewska). AM Monograph, 1: 243–251. Publ. by KNM PAN–WG UW, Warszawa.

KOZŁOWSKI A., METZ P., 1999 — Post-magmatic fluids in the Strzegom granitoid massif, Poland. *Terra Nostra* **99**, 6 (ECROFI XV): 179–181.

LENKOWSKI W., 1983 — Fizykochemiczne warunki krystalizacji nisko- i średniotemperaturowych paragenez mineralnych w masywie strzegomskim. *Arch. Min.*, **39**, 1: 53–66.

MAJEROWICZ A., 1972 — Masyw granitowy Strzegom–Sobótka. *Geol. Sudet*., **6**: 7–96.

MARCINOWSKA A., KOZŁOWSKI A., 1998 — Warunki powstawania mineralizacji pegmatytowej w masywie strzegomskim

na podstawie badań inkluzji fluidalnych. *Pr. Specjalne PTM*, **11**: 142–144.

PUZIEWICZ J., 1990 — Masyw granitowy Strzegom-Sobótka. Aktualny stan badań. *Arch. Min.*, **45**, 1/2: 135–152.

ROEDDER E., 1984 — Fluid Inclusions. Rev. Min., 12, Min. Soc. America, Washington, D.C.

SAMSON I, ANDERSON A, MARSHALL D. (red.), 2003 — Fluid inclusions. Analysis and interpretation. Mineralogical Association of Canada. Short Course Series, 32, Vancouver, British Columbia.

SHEPARD T.J., RANKIN A.H., ALDERTON D.H.M., 1985 — A Practical Guide To Fluid Inclusion Studies. Blackie, Chapman and Hall.

TABLICA I

Fig. 1. Inkluzje fluidalne widoczne w krysztale kwarcu szarego. W większości są to wrostki w kwarcu zabliźniającym spękania romboedryczne. Jeden nikol

Fluid inclusions are visible in a grey quartz crystal. They are mainly related to rhombohedral fractures. One nicol

Fig. 2. Grupa inkluzji fluidalnych występująca w kwarcu zabliźniającym spękania romboedryczne. T_h od 181,8 do 191,2°C. Jeden nikol

Group of fluid inclusions within rhombohedral fractures. T_h between 181.8 and 191.2°C. One nicol

Fig. 3. Nadtrawiony brzeg kryształu kwarcu szarego z narastającym kwarcem dymnym. Jeden nikol

The edge of a grey quartz crystal corroded before the growth of smoky quartz. One nicol

Fig. 4. Obraz jak fig. 3. Nikole skrzyżowane

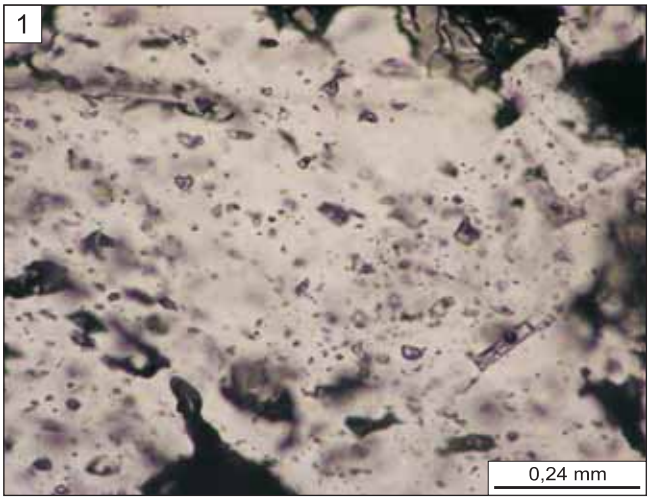
The same image as in Fig. 3. Crossed nicols

Fig. 5. Pierwotne inkluzje fluidalne w krysztale górskim. Jeden nikol

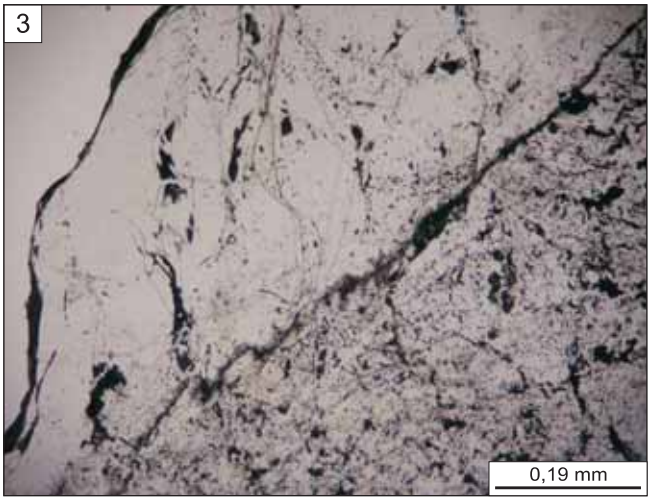
Primary inclusions in a quartz crystal. One nicol

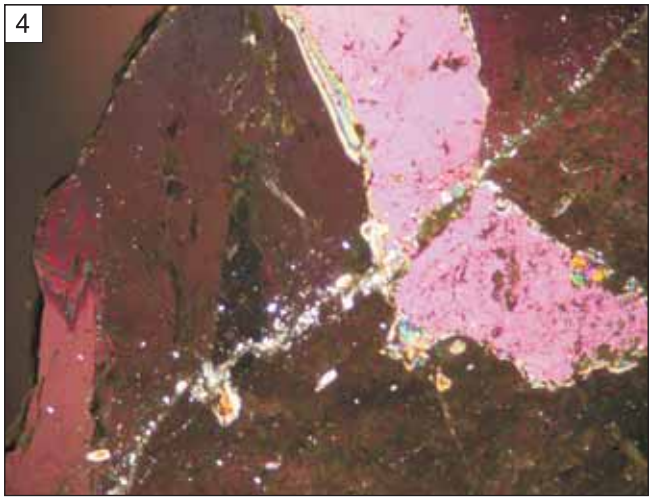
Fig. 6. Silnie rozciągnięta inkluzja fluidalna o nieregularnej formie (T_h = 178,8°C). Jeden nikol

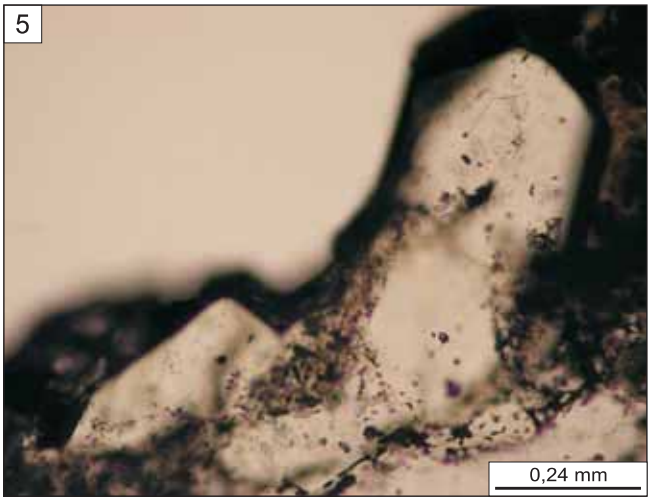
Irregular form of strongly stretched fluid inclusion (T_h = 178.8°C). One nicol


1
0,24 mm


2
0,12 mm


3
0,19 mm


4


5
0,24 mm


6
0,12 mm