

**KALCYTY BLOKOWE
ZE SZCZELIN TEKTONICZNYCH
W PIASKOWCACH PŁASZCZOWINY MAGURSKIEJ
(KARPATY ZEWNĘTRZNE)
– WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ**

**Blocky calcites from tectonic fractures hosted in sandstones
of the Magura Nappe (Outer Carpathians) – preliminary results**

Agnieszka DUŚ-PICHETA

*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Katedra Surowców Energetycznych; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;
e-mail: agnieszka_dus@o2.pl*

Treść: Badano żyły kalcytu blokowego wypełniające szczeliny ciosowe. Opróbowano piaskowce oraz żyły kalcytowe w strefie raczańskiej (Gruszowiec) oraz w strefie Siar (Ropica Górna 1, Ropica Górna 2) płaszczowiny magurskiej. Celem badań było określenie relacji pomiędzy kalcytem blokowym z żył i stopniem utwardzenia piaskowców otaczających. Badania petrograficzne płytek cienkich uzupełniono badaniami chemicznymi oraz obserwacjami w katodoluminescencji. Badane kalcyty blokowe charakteryzują się różnym stopniem żelazistości. Intensywność ich luminescencji pozytywnie koreluje się z zawartością Mn^{2+} . Na podstawie wyników analizy kontaktów międzyziarnowych w piaskowcach oraz relacji żył do cementów i ziaren w piaskowcach stwierdzono, że żyły kalcytu blokowego powstawały na różnym etapie utwardzenia skał płaszczowiny magurskiej. Mikrostruktury oraz różny stopień żelazistości kalcytów blokowych mogą być użyte jako wskaźniki kierunku cementacji szczelin tektonicznych.

Słowa kluczowe: żyły kalcytu blokowego, cementacja piaskowców, płaszczowina magurska

Abstract: Blocky calcite veins filling joints have been studied in sandstones. Calcite veins and host sandstones were sampled in Rača Unit (exposure Gruszowiec) and in Siary Unit (exposures Ropica Górna 1 and Ropica Górna 2). The aim of these studies was to define relationship between blocky calcite in veins and progress of sandstone induration. In the paper, petrographic study was supplemented by chemical analyses and cathodoluminescence observations.

Studied blocky calcites show different Fe contents. Intensity of blocky calcite luminescence shows a good correlation with Mn^{2+} contents. Based on results of grain-contact analysis in sandstones and on relationship between veins and cement in sandstones as well as framework grains, it is concluded that blocky calcite veins were formed in rocks showing different stage of induration. Microstructures and differentiation in Fe contents in blocky calcite may be used as indicators of direction filling in tectonic fractures.

Key words: blocky calcite veins, sandstone cementation, Magura Nappe

WPROWADZENIE

Ustalanie sukcesji mineralnej w żyłach oraz rozpoznanie mikrostruktur związanych ze wzrostem kryształów (Durney & Ramsay 1973, Fisher & Byrne 1990, Wilson 1994) oraz rozmieszczeniem, orientacją i formą inkluzji skał macierzystych (Urai *et al.* 1991, Dunne & Hancock 1994) w powiązaniu z badaniami drobnych struktur tektonicznych pozwala na umiejscowieniu kolejnych etapów mineralizacji w obrębie schematu rozwoju strukturalnego dużych obiektów geologicznych. Obiektem takim jest m.in. płaszczowina magurska. Ta najbardziej wewnętrzna płaszczowina w obrębie polskiego segmentu Karpat Zewnętrznych utworzona jest przez skały fliszowe wieku od późnej kredy po wczesny miocen. W obrębie płaszczowiny magurskiej wyróżnia się kilka jednostek tektonicznych niższego rzędu. Najbardziej zewnętrzną jest jednostka Siar, na którą nasunięta jest jednostka raczańska, na którą z kolei nasuwa się jednostka bystrzycka. Najwyższą strukturalnie jest jednostka krynicka (Fig. 1).

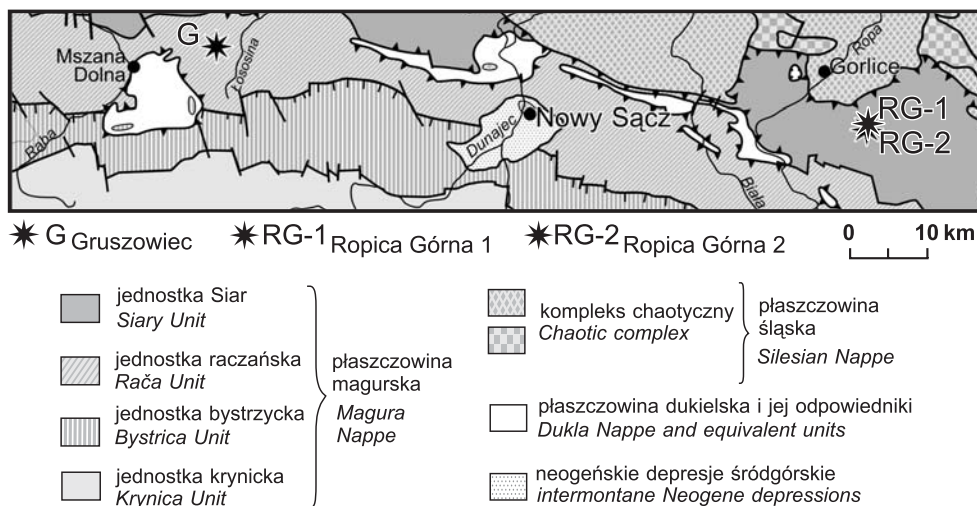


Fig. 1. Lokalizacja badanych odsłoneń w płaszczowinie magurskiej; geologia według Żytki *et al.* (1988) i Świerczewskiej (2005)

Fig. 1. Location of studied exposures in the Magura Nappe; geology after Żytko *et al.* (1988) and Świerczewska (2005)

Datowanie wypełnienia szczelin tektonicznych w nawiązaniu do kolejnych etapów rozwoju strukturalnego płaszczowiny magurskiej jako fragmentu przyzmy akrecyjnej dało dobre rezultaty w przypadku kalcytowej mineralizacji synkinematycznej i mineralizacji kwarcowo-kalcytowej (Świerczewska *et al.* 2000, Hurai *et al.* 2006). Szczeliny tektoniczne (cios, uskoki) oraz wypełniające je żyły mineralne zarejestrowały trzy sukcesywne etapy strukturalnego rozwoju płaszczowiny magurskiej tj. synsedymacyjnego fałdowania i nasuwania (etap I), regionalnej rotacji (etap II) i późnoorogenicznego kolapsu (etap III). Podczas tego ostatniego etapu mineralizacja była najintensywniejsza i o największym zasięgu (Świerczewska *et al.* 2000).

Z przeprowadzonych rekonesansowych badań wynika, że w skałach płaszczowiny magurskiej jest to najpospolitszy typ wypełnień szczelin tektonicznych. Kalcyty blokowe pozbawione są wskaźników kinematycznych świadczących o kierunku wzrostu kryształów. Tylko w przypadku żył złożonych można określić względne relacje pomiędzy kalcytami synkinematycznymi i kalcytami blokowymi, co pozwala na umiejscowienie tych ostatnich w sukcesji mineralnej (Świerczewska *et al.* 2000, 2005). Z powodu braku wskaźników kinematycznych kalcyty blokowe mogą być interpretowane jako cementacja pustek (Durney & Ramsay 1973) lub też jako efekt rekrystalizacji (Deweever *et al.* 2006). Mogą być więc młodsze niż szczelina tektoniczna, którą wypełniają.

Wydaje się, że badania geochemiczne, a także rozpoznanie mikrostruktur w kalcytach blokowych płaszczowiny magurskiej umożliwią określenie warunków i czasu ich wzrostu w stosunku do postępującego utwardzania osadu-skały, co w przyszłości pozwoli na umiejscowienie ich powstania w poszczególnych etapach rozwoju strukturalnego tej płaszczowiny.

LOKALIZACJA I OPIS ODSŁONIĘĆ

Opróbowano piaskowce oraz żyły kalcytowe w strefie raczańskiej (Gruszowiec) oraz w strefie Siar (Ropica Górna 1, Ropica Górna 2).

W nieczynnym kamieniołomie w Gruszowcu odsłaniają się piaskowce cienko-, średnio- i gruboławicowe z nielicznymi przeławiczeniami mułowców należące do formacji magurskiej wieku późnoeocenijskiego/wczesnooligocenijskiego (Oszczypko 2006). Tylko nielicznie ławice piaskowców pocięte są rzadko rozmieszczonymi żyłami kalcytowymi o grubości do 1 cm, zwykle kilku milimetrów. Żyły te wypełniają szczeliny ciosowe.

W Ropicy Górnej 1, w potoku Sękówka odsłaniają się cienkoławicowe piaskowce z przewarstwieniami mułowców i ilowców. Należą one do warstw inoceramowych datowanych na mastrycht – paleocen (Kopciowski 2007). W odsłonięciu tym wszystkie warstwy piaskowca pocięte są gęsto przez żyły kalcytowe o miąższości do 2 cm. Żyły te wypełniają szczeliny ciosowe oraz szczeliny drobnych uskoków.

Około 100 metrów od odsłonięcia Ropica Górna 1, w górę potoku Sękówki zlokalizowane jest odsłonięcie Ropica Górna 2. Odsłaniają się w nim gruboławicowe piaskowce z Wątkowej wieku wczesnooligocenijskiego (Kopciowski 2007). Piaskowce pocięte są sporadycznie przez żyły kalcytowe, których ilość wzrasta w pobliżu uskoków.

METODY BADAŃ

Pobrano 20 prób żył mineralnych oraz piaskowców. W Gruszowcu opróbowano żyły kalcytowe wraz otaczającymi je piaskowcami z części stropowej, środkowej i spągowej ławicy o miąższości 2 m, jak również ławice piaskowców pozbawione widocznych żył. W Ropicy Górnej 1 opróbowano żyły kalcytowe cementujące szczeliny ciosowe w warstwie piaskowca o miąższości 30 cm, zaś w Ropicy Górnej 2 żyłą kalcytową wypełniającą szczelinę ciosową zlokalizowaną w sąsiedztwie uskoku w warstwie piaskowca o miąższości przekraczającej 1,5 m.

Standardową analizę mikroskopową płytek cienkich wykonano za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego typu Olympus. Nazwę skały określono zgodnie z klasyfikacją Dotta,

zmodyfikowaną przez Pettijohna *et al.* (1972), natomiast rodzaj kontaktów pomiędzy ziarnami szkieletu ziarnowego – według Pettijohna *et al.* (1972). Analizą petrograficzną objęto 20 płytek cienkich.

Analizę barwnikową płytek cienkich oraz obserwacje w katodoluminescencji (CL) zastosowano w celu określenia zmian składu chemicznego cementów węglanowych w badanych piaskowcach oraz w żyłach. Płytki cienkie barwiono mieszanym roztworem Evamy'ego (Migaszewski & Narkiewicz 1983). Do badań chemicznych wyseparowano materiał z żył mineralnych oraz ze skał otaczających w odległości około 6 mm od żyły. Analizowano również piaskowce poza strefą wystąpienia żył. Pomiar zawartości Mg, Fe, Mn w kalcytach blokowych w żyłach mineralnych oraz Ca, Mg w piaskowcach otaczających żyły wykonano na spektrofotometrze absorpcji atomowej firmy PERKIN ELMER, wykorzystując technikę płomieniową (F-AAS). Do oznaczenia zawartości Ca w żyłach mineralnych oraz Fe w piaskowcach otaczających zastosowano również klasyczną metodę analityczną z użyciem wersenianu sodu. Uzyskane wyniki przeliczono i przedstawiono w procentach wagowych (Tab. 1, 2). Zanalizowano 14 prób.

Tabela (Table) 1

Skład chemiczny kalcytów blokowych
Chemical composition of blocky calcites

Odsłonięcie <i>Exposure</i>	Próba <i>Sample</i>	Zawartość węglanów w żyłach mineralnych [% wag.] <i>Carbonate content in mineral veins [wt. %]</i>			
		MgCO ₃	CaCO ₃	MnCO ₃	FeCO ₃
Gruszowiec	07/GR/6-1A	0.6	98.0	0.8	0.6
	07/GR/7-1A	1.0	97.0	1.0	1.0
	07/GR/8-1	0.8	97.0	1.0	1.0
Ropica Górna 1	Ro 4 /98-1A	0.7	97.0	0.5	1.8
Ropica Górna 2	Rop 2 /98-1A	0.7	98.0	0.2	1.0

Tabela (Table) 2

Zawartość węglanów w piaskowcach
Carbonate content in sandstones

Odsłonięcie <i>Exposure</i>	Próba <i>Sample</i>	Zawartość węglanów w skale [% wag.] <i>Carbonate content in rock [wt. %]</i>		
		MgCO ₃	CaCO ₃	FeCO ₃
Gruszowiec	07/GR/6-1B	2.81	4.62	4.60
	07/GR/6-1C	2.80	3.20	4.20
	07/GR/7-1B	1.87	5.36	2.50
	07/GR/8-2A	2.25	5.17	3.31
	07/GR/12	1.98	5.46	3.00
	07/GR/16	2.93	5.52	–
Ropica Górna 1	Ro 4/98-1B	2.84	22.90	10.10
	Ro 4 /98-1C	3.07	19.00	11.30
Ropica Górna 2	Rop 2 /98-1B	0.51	26.90	1.50

CHARAKTERYSTYKA PIASKOWCÓW I ŻYŁ

Gruszowiec

Badane piaskowce są średnioziarnistymi arenitami subarkozowymi i arkozowymi. Analiza kontaktów pomiędzy ziarnami szkieletu ziarnowego (Fig. 2) wykazała, że w warstwie piaskowca, w której brak jest widocznych żył, dominują kontakty proste (36–43%).

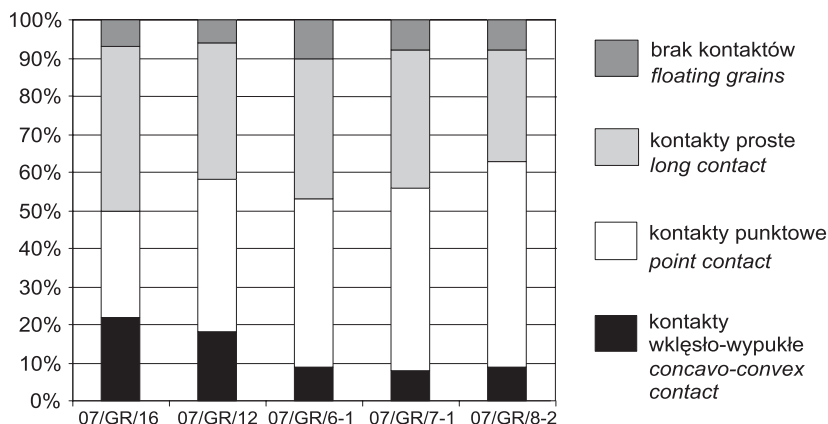


Fig. 2. Procentowy udział poszczególnych typów kontaktów pomiędzy ziarnami szkieletu w piaskowcach z kamieniołomu Gruszowiec; próby 07/GR/12 i 07/GR/16 pobrane poza strefą występowania żył, zaś próby 07/GR/6-1, 07/GR/7-1 i 07/GR/8-2 pobrane z warstw piaskowca pociętych żyłami

Fig. 2. Percentage of grain contacts in sandstones from Gruszowiec quarry; samples 07/GR/12 and 07/GR/16 collected out of vein zone, and samples 07/GR/6-1, 07/GR/7-1 and 07/GR/8-2 collected from sandstones cut by veins

Kontakty punktowe między ziarnami szkieletu (Fig. 3A) stanowią 28–40%, zaś wklęsło-wypukłe (Fig. 3A) – 18–22%. W warstwie piaskowca pociętego żyłami dominują kontakty punktowe (44–54%). Kontakty proste stanowią 29–36%, zaś wklęsło-wypukłe 9% (Fig. 2). W piaskowcach węglany występują jako klasty skał węglanowych oraz jako cement. Cement ten ma najczęściej charakter interstycjalnego sparytu. Obserwowano również mikrosparyt zastępujący sparyt, który sporadycznie podstawią ziarna szkieletu. Analiza barwnikowa wykazała, że cement kalcytowy ma barwę ciemnoniebieską, natomiast badania katodoluminescencyjne ujawniły, że wykazuje on świecenie o barwie pomarańczowej. Szczeliny ciosowe wypełnia kalcyt blokowy. Pokrój kryształów w obrębie żyły jest zmienny. W żyłce obserwuje się głównie kryształy o pokroju anhedralnym oraz pojedyncze subhedralne. Analiza barwnikowa wykazała, że kalcyt żył jest zróżnicowany kolorystycznie. Kryształy kalcytu w centralnej części żyły charakteryzują się barwą różowo-purpurową, natomiast w części brzeżnej żyły kryształy te mają barwę jasnoniebieską. W kryształach kalcytu blokowego występują wyraźne zblźniaczenia. Badania katodoluminescencyjne ujawniły, że kalcyt znajdujący się w żyłach świeci na pomarańczowo. Brak jest zróżnicowania intensywności świecenia w obrębie żył. Inkluzje piaskowca otaczającego występują tylko w części żyły pobranych przy spągu ławicy.

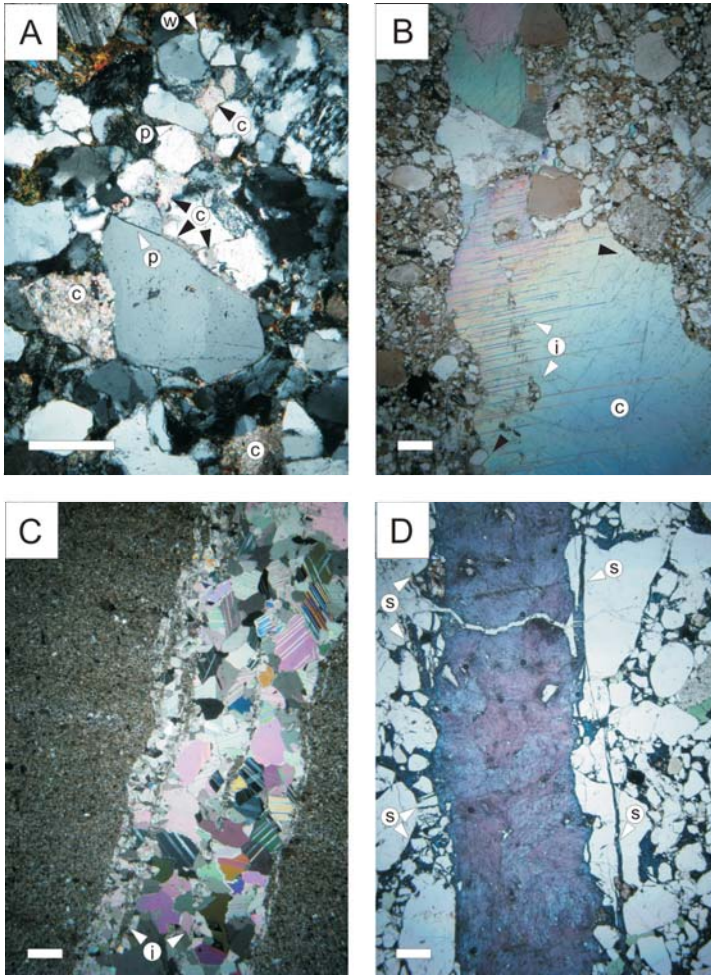


Fig. 3. Zdjęcia mikroskopowe: A) arenit subarkozowy z formacji magurskiej, kontakty między ziarnami detrytycznymi: kontakt wklęsło-wypukły (w), kontakt prosty (p), cement (c); Gruszowiec, nikole skrzyżowane, skala 0.1 mm; B) inkluzje skały otaczającej (i) w żyłę (c), kontakt żyły z piaskowcem wyraźny i dopasowany (czarne strzałki); Gruszowiec, nikole skrzyżowane, skala 0.6 mm; C) żyła kalcytu blokowego z licznymi inkluzjami skały otaczającej (i), widoczne zróżnicowanie wielkości kryształów oraz liczne zblźniaczenia kryształów kalcytu, Ropica Górna 1, nikole skrzyżowane, skala 0.6 mm; D) żyła kalcytu blokowego, pęknięcia w ziarnach detrytycznych wypełnione cementem kalcytowym (s), płytka cienka barwiona roztworem Evamy'ego, Ropica Górna 2, nikole równoległe, skala 0.6 mm

Fig. 3. Photomicrographs: A) subarkose arenite from the Magura Formation, concavo-convex contact (w) and long contact (p) between detrital grains, calcite cement (c), Gruszowiec, crossed nicols, scale bar 0.1 mm; B) inclusions of the host rock (i) in vein (c), vein fits good to framework grains (black arrows), Gruszowiec, parallel nicols, scale bar 0.6 mm; C) blocky calcite veins with inclusions of the host rock (i), differentiation of crystal dimensions and twinned crystals are visible, Ropica Górna 1, crossed nicols, scale bar 0.6 mm; D) blocky calcite vein, cracked detrital grains cemented by calcite (s), stained thin section, Ropica Górna 2, parallel nicols, scale bar 0.6 mm

Kontakt żył z piaskowcem jest wyraźny i dopasowany do kształtu ziaren szkieletu (Fig. 3B). W ścianie szczelin brak jest przeciętych ziaren szkieletu. W strefie kontaktu żyła – piaskowiec na niektórych ziarnach kwarcu obecne są obwódki regeneracyjne narastające w kierunku żyły. Obserwowano żyły przecinające wstęgi deformacyjne.

Ropica Górna 1

W piaskowcu o składzie drobnoziarnistej waki litycznej często brak jest kontaktów między ziarnami (59%) lub mają miejsce kontakty punktowe (32%). Kontakty proste między ziarnami stanowią 6% natomiast wklęsło-wypukłe 3%. Węglany występują w postaci licznych klastów skał węglanowych i bioklastów, mikrytu oraz mikrosparytowego cementu. Obserwuje się rozpuszczanie ziaren szkieletu i zastępowanie ich kalcylem. Wyniki analizy barwnikowej wykazały, że kalcylt cementujący piaskowiec ma barwę ciemnoniebieską, natomiast badania katodoluminescencyjne ujawniły, że wykazuje on świecenie o barwie ciemnopomarańczowo-brunatnej. Szczeliny ciosowe wypełnia kalcylt blokowy. W żyłach zauważa się liczne inkluzje skały otaczającej, w tym także węglanów, ułożone równoległe do ścian żyły (Fig. 3C). Takie ułożenie inkluzji powoduje, że tworzy się wiązka drobniejszych żyłek o miąższości około 0.06 mm każda. W strefie, gdzie występują inkluzje średnica kryształu kalcyltu wynosi 0.1 mm, natomiast w pozostałej części żyły średnica kryształu wynosi średnio 0.3 mm. Pokrój kryształów w obrębie żył zmienia się. W obszarze żyły bez inkluzji skały otaczającej obserwuje się kryształy subhedralne, natomiast w części żyły, gdzie inkluzje są liczne, zaobserwowano kryształy anhedralne. Analiza barwnikowa pokazała niewielkie zróżnicowanie w kolorystyce kalcyltu żył. Większe kryształy w części centralnej żył wykazują barwę od jasnopurpurowej do jasnoniebieskiej. Drobniejsze kryształy kalcyltu w brzeżnej części żył charakteryzują się barwą ciemnoniebieską. W dużych kryształach kalcyltu blokowego występują wyraźne, grube prążki zbliźniaczeń (Fig. 3 C). Badania katodoluminescencyjne ujawniły, że kalcylt znajdujący się w żyłach świeci na ciemnopomarańczowo-brunatno. Brak jest zróżnicowania intensywności świecenia w obrębie żył. Kontakt żył z piaskowcem jest wyraźny i dopasowany do kształtu ziaren szkieletu.

Ropica Górna 2

W gruboziarnistym piaskowcu o składzie arenitu sublitycznego dominują kontakty punktowe między ziarnami, stanowiące 53–59%. Kontakty proste stanowią 29–36% zaś wklęsło-wypukłe – 6–9%. Węglany w piaskowcu występują głównie jako cement intergranularny. Sporadycznie ma on charakter cementu poikilotopowego (typ Fontainebleau). Cement może też zastępować matriks i ziarna szkieletu. Obserwuje się liczne spękania ziaren detrytycznych, które wypełnia cement (Fig. 3D). Analiza barwnikowa wykazała, że cement kalcyltowy, ma barwę ciemnoniebieską, natomiast badania katodoluminescencyjne ujawniły, że wykazuje on świecenie o barwie ciemnopomarańczowo-brunatnej. Analiza petrograficzna tej samej ławicy piaskowca w odległości ok. 1 m od żył wykazała, że ilość cementu węglanowego jest mniejsza. Szczelina jest wypełniona kalcylem blokowym o zmiennym pokroju. W części centralnej żyły obserwuje się kryształy subhedralne do anhedralnych. Grubość żył zmienia się po rozciągłości. W miejscach gdzie żyła ma większą miąższość, a szczególnie, gdzie kontaktuje z cementem kalcyltowym, obserwuje się punktowe narastanie kryształów euhedralnych zarówno na ścianach żyły, jak i na cemencie.

W obrębie żyły występują powierzchnie, wzdłuż których widoczne jest rozpuszczanie kryształów i narastanie kolejnych. Analiza barwnikowa pokazała, że kryształy kalcytu żył tworzą mozaikę kryształów barwy od różowo-purpurowej do jasnoniebieskiej. W kryształach kalcytu blokowego obserwuje się wyraźne zbliżniczenia. Badania katodoluminescencyjne ujawniły, że kalcyt występujący w żyłach wykazuje świecenie o barwie ciemnopomarańczowej-brunatnej. Brak jest zróżnicowania intensywności świecenia w obrębie żył. W żyłach inkluzje skały macierzystej obecne są sporadycznie, a kontakt żyłki z piaskowcem jest ostry.

WYNIKI ANALIZ CHEMICZNYCH

Wyniki analiz chemicznych kalcytów blokowych zestawiono w tabeli 1, zaś zawartość węglanów w piaskowcach w tabeli 2.

W Gruszowcu zawartość węglanów w obrębie ławicy piaskowca w sąsiedztwie żyły cementującej szczelinę ciosową wynosi: 3.20–5.52% CaCO_3 , 1.87–2.93% MgCO_3 i 2.50–4.60% FeCO_3 . Kalcyt blokowy z żyłek zawiera: 97.0–98.0% CaCO_3 , 0.6–1.0% MgCO_3 , 0.8–1.0% MnCO_3 i 0.6–1.0% FeCO_3 .

W Ropicy Górnej 1 zawartość węglanów w sąsiedztwie żyłki cementującej szczelinę ciosową wynosi: 19.00–22.90% CaCO_3 , 2.84–3.07% MgCO_3 i 10.10–11.30% FeCO_3 . Kalcyt blokowy z żyłek zawiera: 97.0% CaCO_3 , 0.7% MgCO_3 , 0.5% MnCO_3 i 1.8% FeCO_3 .

W Ropicy Górnej 2 zawartość węglanów w piaskowcu w sąsiedztwie szczeliny wynosi: 26.90% CaCO_3 , 0.51% MgCO_3 i 1.50% FeCO_3 . Kalcyt blokowy z żyłek zawiera: 98.0% CaCO_3 , 0.7% MgCO_3 , 0.2% MnCO_3 i 1.0% FeCO_3 .

DYSKUSJA

Kontakt żył z macierzystymi piaskowcami jest inny w Gruszowcu i Ropicy Górnej 1, gdzie cementacji uległy szczeliny ciosowe, niż w Ropicy Górnej 2, gdzie cementacji uległa szczelina ciosowa najprawdopodobniej związana z uskokiem. W dwóch pierwszych odsłonięciach szczelina ciosowa omija ziarna szkieletu, a w kalcycie blokowym obecne są inkluzje skały otaczającej (Fig. 3B, C), zaś w Ropicy Górnej 2 szczelina ciosowa wyraźnie przecina ziarna szkieletu (Fig. 3D). Cechy te świadczą o różnym stopniu cementacji piaskowców podczas powstawania żył.

Wydaje się, że w Gruszowcu żyły powstały w bardzo miękkim osadzie. Po powstaniu żył uległa on dalszej kompaktacji. Taki wniosek można wyciągnąć z porównania typu kontaktów w strefie występowania żył oraz w strefie poza nimi. Zdecydowanie większa ilość kontaktów wklęsło-wypukłych poza strefą żył świadczy o postępującej kompaktacji i rozpuszczaniu ziaren detrytycznych po powstaniu żył. Relacja żył mineralnych w stosunku do wstęg deformacyjnych świadczy, że powstały one w skale o wyższym stopniu utwardzenia niż wstęgi deformacyjne i przy obecnym ułożeniu warstw (Świerczewska & Tokarski 1998).

W tym samym odsłonięciu obserwacje w CL nie pozwalają stwierdzić różnic między wypełnieniami żył a cementem kalcytowym w piaskowcach. Intensywniejsze świecenie kalcytów w Gruszowcu w porównaniu z pozostałymi odsłonięciami doskonale koreluje się z zawartością manganu, którego w tych żyłach jest wyraźnie więcej. Jest to zgodne z poglądem, według którego aktywatorem wywołującym intensywniejszą luminescencję kalcytu jest Mn^{2+} (Sikorska 2005).

Wyniki analiz chemicznych wykazały, że skład węglanów w piaskowcach jest złożony. Jednakże jego zróżnicowanie nie wpływa na skład kalcytów w żyłach. Wyniki analizy barwnikowej pokazały, że wszystkie badane kalcyty blokowe żył są wyraźnie mniej żelaziste niż kalcyt cementujący piaskowce. Wyjątkiem są żyły z Ropicy Górnej 1, gdzie w brzeźnych partiach żyły kalcyty wykazują tę samą żelazistość co cement w piaskowcu. Sugeruje to, że powstanie żył i cementacja kalcytowa w piaskowcach miały miejsce w różniących się geochemicznie i temperaturowo środowiskach, a tylko w przypadku obfitości pierwotnego, lokalnego źródła węglanu w piaskowcach wypełnianie szczelin ciosowych i cementacja mogły częściowo zachodzić w podobnych warunkach.

W przypadku Gruszowca i Ropicy Górnej 1 następuje spadek żelazistości w kierunku części centralnej żył, co może odpowiadać kierunkowi zapełniania szczeliny oraz wskazuje na nieznaczne zmiany składu lub temperatury fluidów odpowiedzialnych za cementację.

Problematyczne jest ustalenie takiego kierunku wypełniania szczeliny. O ile można zidentyfikować narastanie kalcytu na ścianach szczeliny i cemencie piaskowca, to z powodu mozaiki kryształów kalcytu o różnym stopniu żelazistości nie jest to możliwe w pozostałych partiach żył. Wyjątkiem są strefy rozpuszczania kryształów, dzięki którym można ocenić kierunek zapełniania.

WNIOSKI

- Żyły kalcytu blokowego powstawały przy różnym stopniu utwardzenia skał płaszczowiny magurskiej.
- Intensywność luminescencji kalcytu blokowego pozytywnie koreluje się z zawartością Mn^{2+} .
- Występowanie inkluzji skał otaczających, niewielkie zmiany w pokroju kryształów oraz różny stopień żelazistości kalcytów blokowych są wskaźnikami kierunku cementacji szczelin ciosowych.

Praca została przygotowana w ramach realizacji prac własnych nr 10.10.140.668.

LITERATURA

- Deweever B., Swennen. R. & Cooreman M., 2006. Fluid flow in the Sicilian accretionary wedge: Primary geochemical signatures or recrystallization mask. *Journal of Geochemical Exploration*, 89, 83–86.
- Dunne W.M. & Hancock P.L., 1994. Paleostress analysis of small-scale brittle structures. W: Hancock P.L. (eds), *Continental deformation*, Pergamon Press, 101–120.

- Durney D.W. & Ramsay J.G., 1973. Incremental strains measured by syntectonic crystal growths. W: De Jong K.A. & Scholten R. (eds), *Gravity and tectonics*, John Willey, 67–96.
- Fisher D. & Byrne T., 1990. The character and distribution of mineralized fractures in the Kodiak Formation, Alaska: Implications for fluid flow in an underthrust sequence. *Journal of Geophysical Research*, 95(B6), 9069–9080.
- Hurai V., Marko F., Tokarski A.K., Świerczewska A., Kotulová J. & Biroň A., 2006. Fluid inclusion evidence for deep burial of the Tertiary accretionary wedge of the Carpathians. *Terra Nova*, 18, 440–446.
- Kopciowski R., 2007. Rozwój facjalny i paleogeografia podjednostki siar płaszczowiny magurskiej na południe od Gorlic. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 426, 91–114.
- Migaszewski Z. & Narkiewicz M., 1983. Identyfikacja pospolitych minerałów węglanowych przy użyciu wskaźników barwiących. *Przegląd Geologiczny*, 31, 4, 258–261.
- Oszczypko N., 2006. Late Jurassic-Miocene evolution of the Carpathian fold-and-thrust belt and its foredeep basin (Western Carpathians, Poland). *Geological Quarterly*, 50, 1, 169–194.
- Pettijohn F.J., Potter P.E. & Siever R., 1972. *Sand and sandstone*. Springer-Verlag, New York.
- Sikorska M., 2005. *Badania katodoluminescencyjne minerałów*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1–64.
- Świerczewska A., Tokarski A. & Hurai V., 2000. Joints and mineral veins during structural evolution: case study from the Outer Carpathians (Poland). *Geological Quarterly*, 44, 3, 333–339.
- Świerczewska A., 2005. The interplay of the thermal and structural histories of the Magura nappe (Outer Carpathians) in Poland and Slovakia. *Mineralogia Polonica*, 36, 2, 91–132.
- Świerczewska A. & Tokarski A., 1998. Deformation bands and the history of folding in the Magura nappe, Western Outer Carpathians (Poland). *Tectonophysics*, 297, 1–4, 73–90.
- Świerczewska A., Tokarski A. & Hurai V., 2005. Mineral veins vs. structural development of the thrust-and-fold-belts: a case study from the Magura Nappe (Outer Carpathians, Poland). *Polskie Towarzystwo Mineralogiczne. Prace Specjalne*, 25, 381–386.
- Urai J.L., Williams P.F. & van Roermund H.L.M., 1991. Kinematics of crystal growth in syntectonic fibrous veins. *Journal of Structural Geology*, 13, 823–836.
- Wilson C.J.L., 1994. Crystal growth during a single-stage opening event and its implication for syntectonic veins. *Journal of Structural Geology*, 16, 1283–1296.
- Žytko K., Zajac R., Gucik S., Ryłko W., Oszczypko N., Garlicka I., Nemčok J., Eliáš M., Menčík E. & Stráňík Z., 1989. Map of the tectonic elements of the Western Outer Carpathians and their foreland. W: Poprawa D. & Nemčok J. (eds), *Geological Atlas of the Western Outer Carpathians and their Foreland*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa/ GUDS Bratislava/ UUG Praha.

Summary

Blocky calcite veins filling joints have been studied in sandstones of the Magura nappe. Calcite veins and host sandstones were sampled in Rača Unit (exposure Gruszowiec, Fig. 1) and in Siary Unit (exposures Ropica Górna 1 and Ropica Górna 2, Fig. 1). The aim of these studies was to define relationship between blocky calcite in veins and progress of sandstone induration. In the studies, petrographic study was supplemented by chemical analyses and cathodoluminescence observations. Results of chemical analyses of calcite veins and carbonates in host sandstones are presented in tables 1 and 2.

Studied sandstones are arkosic arenite, subarkose arenite, sublitharenite and lithic wacke.

In sandstone from Gruszowiec, grain to grain relation is different in sandstone devoid of veins and in sandstone cut by numerous veins. In parts of sandstone bed cut by calcite veins, the number of detrital grains showing concavo-convex contacts is about 9%, whereas in the sandstone beds devoid of veins these grains occur more frequently 18–20% (Figs 2, 3A).

The contacts between calcite veins and sandstones are well-fitting to shapes of grains in Gruszowiec and Ropica Górna 1 (Fig. 3B, C). In sandstones from Ropica Górna 2 calcite veins cut framework grains (Fig. 3D).

Studied blocky calcites show different Fe contents. Intensity of blocky calcite luminescence shows a good correlation with Mn^{2+} contents. Based on results of grain-contact analysis in sandstones and on relationship between veins and cement in sandstones as well as framework grains, it is concluded that blocky calcite veins were formed in rocks showing different stage of induration. Microstructures and differentiation in Fe contents in blocky calcite may be used as indicators of direction filling in tectonic fractures.