ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2005
Seria: GÓRNICTWO z. 269 Nr kol. 1697

Agnieszka GILARSKA, Elżbieta STACHURA
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

CHARAKTER MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNY SKAŁ KRZEMIONKOWYCH ZE STREFY KONTAKTU TRZECIORZĘD-MEZOZOIK W ZŁOŻU WĘGLA BRUNATNEGO „BEŁCHATÓW"

Streszczenie. Skały krzemionkowe ze strefy kontaktu trzeciorzęd–mezozoik w złożu „Bełchatów" wykazują zróżnicowany skład mineralny i posiadają różnorodną genezę. Są reprezentowane przez skały pochodzenia: organicznego – diatomity, wietrzeniowego – opoki odwapnione oraz o genezie diagenetycznej – krzemienie. Część z nich ma charakter przejściowy pomiędzy skałami węglanowymi (opoki) a okruchowymi (gezy bezwapniowe). Budująca te utwory substancja krzemionkowa przybiera postać opalu A i CT, chalcedonu oraz kwarcu. Opal i chalcedon wchodzą w skład tła skalnego, budują szczątki organiczne oraz tworzą wtórne wypełnienia porów skalnych. Kwarc występuje w formie ziarn terygenicznych i tworzy pseudomorfozy po minerałach węglanowych. Ponadto skały te zawierają w swoim składzie: minerały ilaste, miki, skalenie oraz minerały ciężkie i siarczki żelaza.

MINERALOGY AND PETROGRAPHY CHARAKTERISTIC OF THE SILICEOUS BODIES OF THE TERTIARY–MESOZOIC CONTACT ZONE IN THE BEŁCHATÓW DEPOSITS

Summary. The siliceous bodies of the Tertiary–Mesozoic contact zone in the Bełchatów deposit reveal diversified mineral composition and varied origin. The siliceous bodies are represented by different types of rocks. They are: diatomites – of organogenic genesis, delime silicate rock (light "opoka-type" rock) – of weathering origin and flint stones – formed during diagenesis process. Some of the rocks show transitional character between carbonate rocks and clastic rocks (unlime geiza). The silica matter shows a variety of types and it is represented by opal – A and opal – CT, chalcedony and quartz. Opal and chalcedony make up the rock background, organic remains as well as pores' filling within in rocks. Where as quartz occurs as terygenic grains as well as pseudomorphs after carbonate minerals. The siliceous rocks include also clay minerals, micas, feldspars as well as heavy minerals and iron sulfides.

1. Wprowadzenie

Obecność skał krzemionkowych w złożu węgla brunatnego Bełchatów została odnotowana na kontakcie mezozoicznego podłoża z osadami trzeciorzędowymi [4]. Są one spotykane pomiędzy skałami węglanowymi a zielonymi iłami smektytowymi (beidellitowymi).

Celem badań było dokonanie charakterystyki mineralogiczno-petrograficznej utworów krzemionkowych, pochodzących ze strefy kontaktu trzeciorzęd–mezozoik oraz przeprowadzenie ich poprawnej klasyfikacji litologicznej.

Materiał do badań stanowiły skały krzemionkowe, które pobrano ze strefy kontaktu trzeciorzęd–mezozoik, odsłaniającej się w południowym zboczu wkopu eksploatacyjnego kopalni oraz z rdzeni wiertniczych, pochodzących z wierceń rozpoznawczych wyprzedzających front eksploatacji zarówno w polu Bełchatów, jak i Szczerców.

Zakres badań objął dyfraktometrię rentgenowską, obserwacje mikroskopowe w świetle przechodzącym i odbitym, analizy z zastosowaniem metody fourierowskiej spektroskopii w podczerwieni. W celu ustalenia składu ilościowego badanych skał wykonano analizy chemiczne.

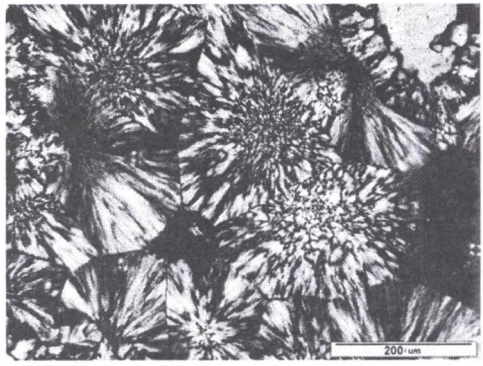
2. Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna skał krzemionkowych

2.1. Skały krzemionkowe pochodzenia wietrzeniowego

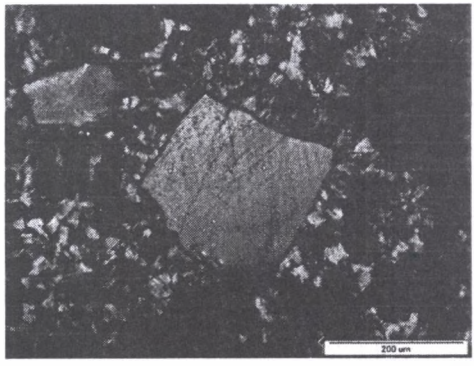
Do skał krzemionkowych, powstałych w wyniku wietrzenia chemicznego (tzw. odwapnienia), zaliczane są opoki lekkie. Część z analizowanych skał ze strefy kontaktu trzeciorzęd–mezozoik reprezentuje tę grupę utworów. Są to utwory o strukturze porowatej i teksturze mikrokrystaliczno-ziarnistej. Głównym ich składnikiem jest chalcedon, wykształcony przeważnie w postaci długich włókien, ułożonych współśrodkowo-promieniście w formy sferolitów (fot. 1). Spotykano również krótkie włókna chalcedonu, które krystalizowały wokół ziarn kwarcu, szczątków organicznych (głównie igieł gąbek) tworząc charakterystyczne obwódki.

Drugim, co do częstości występowania, składnikiem omawianych skał były ziarna kwarcu. Stanowiły one około 30 % objętości skały. Wielkość ziarn kwarcu mieściła się w przedziale od 0,05 do 0,3 mm. Spotykano zarówno ziarna dobrze obtoczone, jak

i ostrokrawędziste. Ziarna o większych rozmiarach charakteryzowały się zazwyczaj lepszym obtoczeniem, mniejsze natomiast były z reguły ostrokrawędziste. Spotykano również kryształy kwarcu o romboedrycznym wykształceniu. Tego typu wystąpienia mogły powstać jako pseudomorfozy po minerałach węglanowych (fot. 2). Niektóre z ziarn kwarcu posiadają budowę mozaikową oraz noszą liczne ślady rozpuszczania na swoich powierzchniach.



Fot. 1 Agregaty chalcedonu. Światło przechodzące, XN
Phot. 1. The agregates of chalcedony. Reflected light, XN

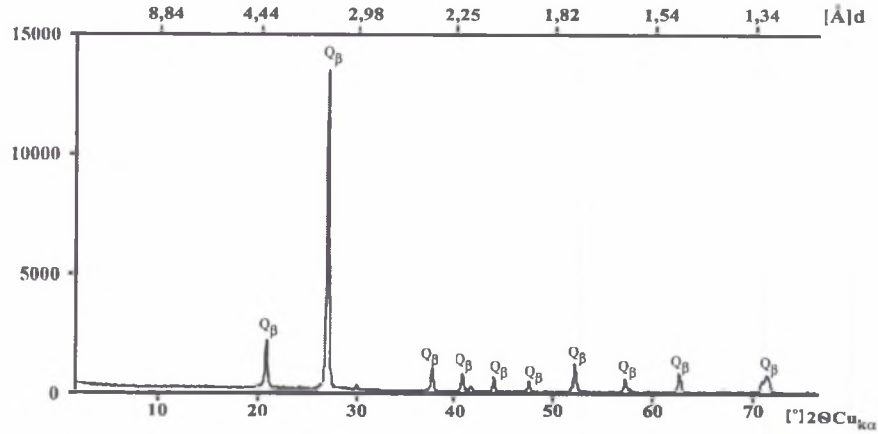


Fot. 2. Kryształy kwarcu powstałe po minerałach węglanowych. Światło przechodzące XN
Phot. 2. The crystals quartz replace carbonate minerals. Reflected light, XN

Rzadkim składnikiem omawianej grupy skał krzemionkowych były minerały węglanowe. Można je było spotkać w przestrzeniach porowych pomiędzy agregatami chalcedonowymi. Osiągały one wielkość około 0,01 mm. Do składników akcesorycznych można zaliczyć minerały ciężkie, nieprzeźroczyste minerały rudne oraz piryt framboidalny, występujący w formie konkrecji o kształtach kulistych.

Przebieg krzywej dyfraktometrycznej wykazał, że głównym składnikiem opoki lekkiej jest chalcedon (kwarc β) (fot. 1).

Badania spektroskopowe w podczerwieni opoki odwapnionej z badanej strefy potwierdziły ponadto obecność nieznacznych ilości węglanów w zakresie pasm 1443 cm^{-1}.



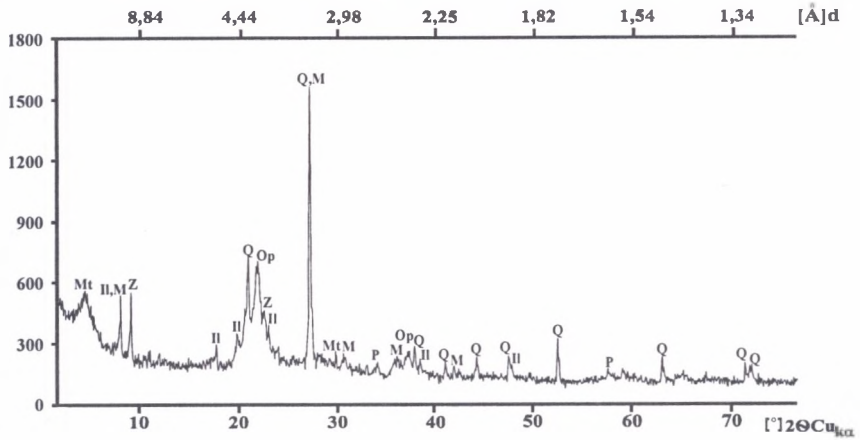
Rys.1. Dyfraktogram opoki odwapnionej. Objaśnienia: Q_β – kwarc(β) chalcedon
Fig. 1. X-ray pattern of a light "opoka-type" rock. Commentary: Q – quartz (β) chalcedony

2.2. Skały krzemionkowe pochodzenia organicznego

Spośród skał krzemionkowych pochodzenia organicznego w obrębie strefy kontaktu trzeciorzęd–mezozoik wyróżniono diatomity. Są to skały o strukturze mikrokrystaliczno-detrytycznej, teksturze zbitej, niekiedy kierunkowej. Tło skały posiada charakter krzemionkowo-ilasty, w obrębie którego występuje materiał detrytyczny, reprezentowany przez ziarna kwarcu, agregaty glaukonitu, szczątki minerałów węglanowych – kalcytu oraz pojedyncze ziarna skaleni potasowych – mikroklinu (fot. 3). Występują również niezbyt liczne, ale dobrze zachowane ziarna muskowitu, a także hydromuskowitu. Ich kierunkowe ułożenie nadaje skałom równoległą teksturę. W obrazie mikroskopowym, w obrębie materiału detrytycznego, zaobserwowano ponadto znaczne ilości pancerzyków okrzemek o różnym kształcie i wielkości oraz nieliczne igły gąbek, których kanaliki wypełnione zostały krzemionką. Rzadziej spotykano elementy szkieletowe, zbudowane z minerałów węglanowych.

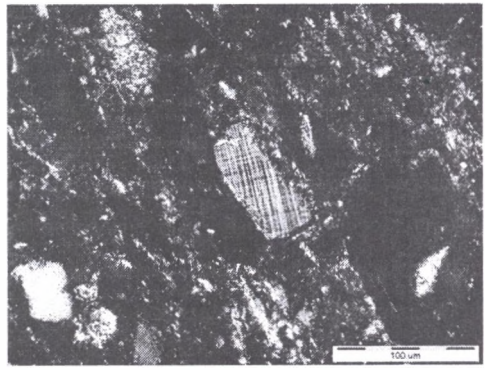
Badania rentgenograficzne dowiodły, że krzemionka budująca diatomity występuje w formie opalu CT i kwarcu (fot. 2). Ponadto wykazały obecność montmorillonitu, illitu, muskowitu oraz minerału z grupy zeolitów – mordenitu. Za pomocą badań rentgenograficznych stwierdzono również występowanie siarczków żelaza w postaci pirytu.

Badania spektroskopowe w podczerwieni potwierdziły obecność zeolitów i krzemionki (fot. 3). O występowaniu zeolitów świadczy pasmo o wartości 3628 cm^{-1}, pochodzące od grup OH. Pasma o zakresie 400–1200 cm^{-1} pochodzą od silnych wiązań Si–O. Za pasma z tego przedziału, o wartościach 1099 cm^{-1}, 797 cm^{-1}, odpowiadają drgania walencyjne, natomiast pasmo o wartości 474 cm^{-1} jest wynikiem drgań deformacyjnych. W zakresie 400–1200 cm^{-1} znajdują się również pasma: 781 cm^{-1} i 695 cm^{-1}, wynikające z obecności kwarcu [6].



Rys. 2. Dyfraktogram diatomitu. Objaśnienia: Il – illit, Mt – montmorillonit, M – muskowit, Op – opal typu CT (krystobalitowo-trydymitowy); Q – kwarc, P – piryt, Z – zeolit

Fig. 2. X-ray pattern of a diatomite.Commentary: I – illite, Mt – montmorillonite; M – muscovite, Q – quartz, Op – opal-CT, P – pyrite; Z – zeolite



Fot. 3 Ziarno mikroklinu w krzemionkowo-ilastym tle diatomitu. Światło przechodzące, XN
Phot. 3. The microcline in background siliceous-clayey of diatomite. Reflected light, XN

Analiza chemiczna diatomitów wykazała, że głównym ich składnikiem jest krzemionka. Jej zawartość wynosi około 74 % mas. Uwagę zwraca ponadto znaczna zawartość Fe_2O_3 w zakresie 3,21–2,24% mas. (tabl.1), którą należy wiązać z występowaniem siarczków żelaza.

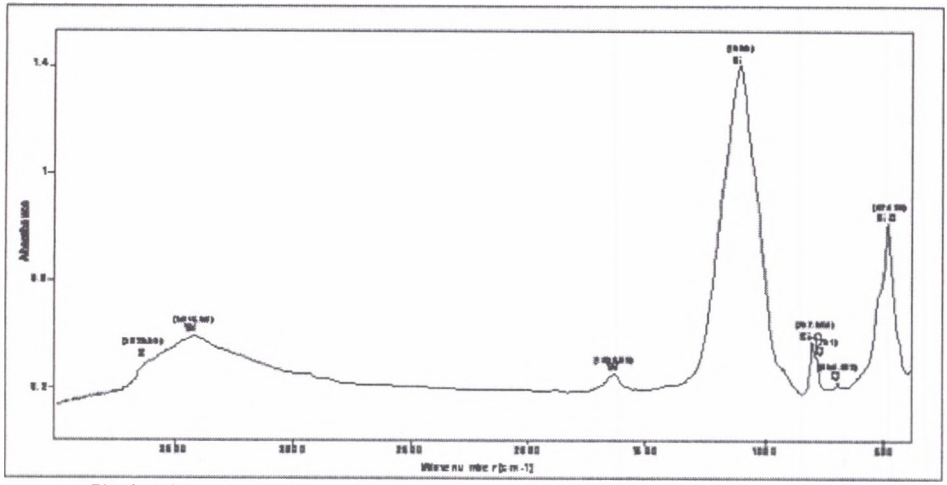


Fig. 3. Widmo absorpcyjne w podczerwieni diatomitu. Objaśnienia: Z – zeolit, W – H_2O, Q – kwarc
Fig. 3. Absorption infrared spectrum. Commentary: Z – zeolite, W – H_2O, Q – quartz

Tablica 1

Skład chemiczny wybranych grup skał krzemionkowych ze strefy kontaktowej trzeciorzęd–mezozoik w złożu węgla brunatnego Bełchatów

Składniki	Odmiany skał i zawartości [% mas.]							
	Gezy	Opoki		Opoki odwapnione		Diatomity		Krzemień
	bezwapienne	próbka 1	próbka 2	próbka 1	próbka 2	próbka 1	próbka 2	
SiO_2	93,59	66,90	42,68	82,10	89,10	74,53	74,40	93,27
Al_2O_3	1,16	1,16	3,53	2,72	3,02	7,93	11,40	0,52
Fe_2O_3	0,35	0,35	1,68	0,91	2,20	3,21	2,24	0,90
CaO	0,61	16,02	21,87	0,60	0,90	1,06	0,80	4,12
MgO	0,12	0,13	0,59	0,25	0,80	1,12	1,11	0,12
Na_2O	0,09	0,08	0,05	-	-	0,32	0,07	-
K_2O	0,27	0,12	0,71	-	-	1,64	1,60	-
P_2O_5	0,07	0,05	0,09	-	-	0,14	0,03	-
Straty prażenia	3,63	14,52	27,63	13,32	4,98	9,42	7,66	0,20
SUMA	99,89	99,33	98,83	99,90	101,00	99,37	99,31	99,13

2.3. Skały krzemionkowe o genezie diagenetycznej

Grupa skał krzemionkowych o genezie diagenetycznej występująca w strefie kontaktu trzeciorzęd–mezozoik w złożu Bełchatów, reprezentowana jest przez krzemienie. Skały te występują w obrębie skał węglanowych w formie konkrecji, tzw. buł krzemiennych. Zbudowane są z krzemionki reprezentowanej przez kwarc, rzadziej przez chalcedon. Krzemionka w obrazie mikroskopowym tworzy dwie, znane z literatury, grupy mikrostruktur typu impregnacji kwarcu ziarnowo-mozaikowego lub pseudodruzowego oraz chalcedonu

sferolitowego, wypełniających próżnię po składnikach ziarnowych, bioklastach bądź spękaniach w skale, a także masy podstawowej krypto-mikrokrystalicznej typu „salt and pepper" („sól i pieprz") (fot. 4) [7].

Analiza chemiczna krzemieni poza obecnością SiO_2 wykazała niewielkie ilości CaO. Inne składniki występowały w ilościach śladowych (tabl. 1).

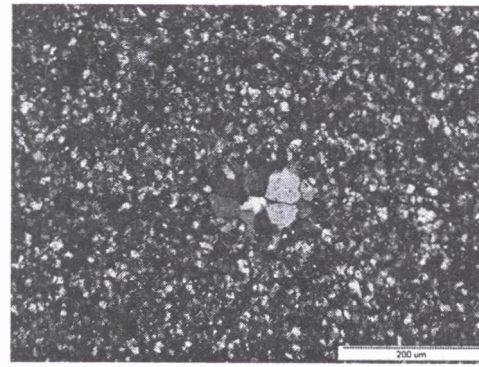
2.4. Przejściowe skały krzemionkowe

Skały przejściowe w strefie kontaktu trzeciorzęd–mezozik w złożu Bełchatów reprezentowane są przez opoki i gezy bezwapniowe.

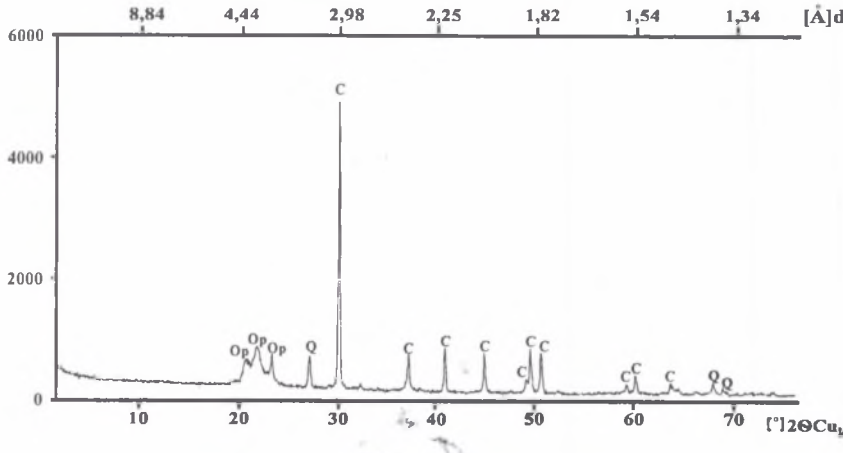
Opoki należą do grupy skał przejściowych pomiędzy skałami krzemionkowymi a węglanowymi. Ich obecność w niecce łódzkiej obejmuje profil litostratygraficzny od turonu do mastrychtu [1]. Tworzą one przewarstwienia z marglami i wapieniami. Wyróżniono wśród nich opoki zwięzłe, odwapnione, ilaste, margliste oraz piaszczyste [2]. Opoki są skałami o strukturze mikrytowo-organogenicznej bądź mikrytowo-detrytycznej. Tekstura tych skał jest zbita, z reguły bezładna, jedynie miejscami równoległa. Tło skalne opok odwapnionych tworzy przede wszystkim substancja węglanowa, wykształcona w postaci mikrytu oraz opal. Występują też w nim liczne bioklasty, reprezentowane przez skorupki otwornic, fragmenty mięczaków i szkarłupni utworzone z minerałów węglanowych. Rzadziej spotykane są igły gąbek, zbudowane z chalcedonu bądź opalu. W tej grupie skał, w obrębie szczątków organicznych, stwierdzono przejawy procesów zastępowania minerałów węglanowych przez minerały z grupy SiO_2 – chalcedon. W tle skalnym wśród materiału detrytycznego, obok bioklastów, stwierdzono obecność ziarn kwarcu o różnym stopniu obtoczenia, począwszy od form ostrokrawędzistych po dobrze obtoczone. Sporadycznie napotykano relikty hydromuskowitu, nieznaczne ilości glaukonitu, a także skupienia niewielkich kryształów pirytu (poniżej 0,05 mm) o idiomorficznych zarysach. Występowały także pojedyncze ziarna minerałów ciężkich, głównie cyrkonu. Kierunkowe ułożenie materiału detrytycznego, zwłaszcza igieł gąbek i blaszek hydromuskowitu, nadaje teksturze skał miejscami równoległy charakter.

Badania rentgenograficzne (fot. 4) wykazały, że tego typu osady zbudowane są głównie z kalcytu. Substancja krzemionkowa występuje przede wszystkim w postaci opalu CT, rzadziej przybiera postać kwarcu.

Analizy chemiczne wykazały, że głównym składnikiem opok jest krzemionka. Jej zawartość jest zróżnicowana i zamyka się w przedziale: 67–43 % mas. (tabl. 1).



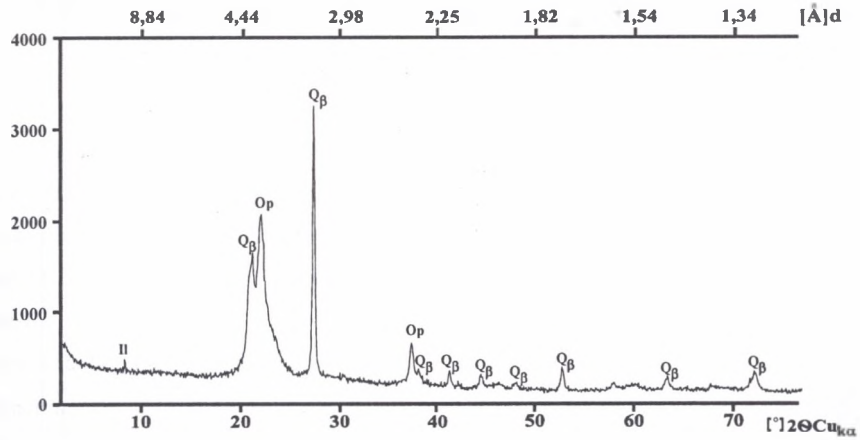
Fot. 4. Kwarc mikro- i kryptokrystaliczny w krzemieniu, mikrostruktura typu „sól i pieprz"
Phot. 4. Micro- and cryptocrystalline quartz of „salt and pepper" type in flint



Rys. .4. Dyfraktogram opoki. Objaśnienia: C – kalcyt, Op – opal typu CT (krystobalitowo-trydymitowy), Q – kwarc
Fig. 4. X-ray pattern of the lime silicate rocks. Commentary: C – calcite, Op – opal-CT, Q – quartz

Struktura gez bezwapniowych jest lekko porowata, a tekstura organo-detrytyczna. Tło skalne stanowi skrytokrystaliczna, a gdzie niegdzie kryptokrystaliczna krzemionka, a także substancja ilasta. Miejscami jest ono lekko pigmentowane na brunatno substancją organiczną pochodzenia roślinnego. W tle skalnym występuje bezładnie rozmieszczony materiał detrytyczny, reprezentowany przez szczątki organiczne, głównie igły grabek i skorupki promienic, zbudowane z opalu i chalcedonu (fot. 5). Chalcedon ponadto tworzy wtórne wypełnienia porów skalnych. W tego typu wystąpieniach włókna chalcedonu ułożone są sposób współśrodkowo-promienisty tworząc charakterystyczne formy „rozetkowe". W obrębie materiału detrytycznego występują blaszki muskowitu i hydromuskowitu, biotyt

częściowo schlorytyzowany oraz ziarna kwarcu. Te ostatnie są zazwyczaj ostokrawędziste lub co najwyżej słabo obtoczone.



Rys. 5. Dyfraktogram gezy bezwapniowej: Q – kwarc (β) chalcedon, Op - opal typu CT (krystobalitowo-trydymitowy), Il - illit

Fig. 5. X-ray pattern of a decalcified the gaizes: Q_β – quartz (β) chalcedony, Op – opal-CT, Il – illite

Badania rentgenograficzne wykazały, że gezy bezwapniowe posiadają chalcedonowy, a częściowo krystobalitowy charakter (fig. 5). Analizy chemiczne pozwoliły stwierdzić, że skały te zbudowane są głównie z SiO_2. Stanowi ona ponad 90 % mas. składu ilościowego. Niska zawartość CaO poniżej 1 % mas. wskazuje na zaawansowany proces odwapnienia tych skał (tabl.1).

3. Podsumowanie

Skały krzemionkowe ze strefy kontaktu trzeciorzęd-mezozoik w złożu węgla brunatnego Bełchatów posiadają różnorodne pochodzenie. Są reprezentowane przez skały: o genezie diagenetycznej – krzemienie, pochodzenia organicznego – diatomity i wietrzeniowego – opoki odwapnione. Wyróżniono wśród nich także skały o charakterze przejściowym pomiędzy skałami krzemionkowymi a węglanowymi oraz okruchowymi, do których zaliczono opoki i gezy bezwapniowe.

Skład mineralny opisywanych skał (z wyjątkiem krzemieni) jest dość urozmaicony. Krzemionka zawsze stanowi w nich składnik dominujący. Minerały z grupy SiO_2 przybierają postać opalu A i CT, chalcedonu i kwarcu. Opal i chalcedon wchodzą w skład tła skalnego, budują szczątki organiczne oraz tworzą wtórne wypełnienia porów skalnych. Kwarc

natomiast występuje głównie w formie ziarn detrytycznych frakcji psamitowej i aleurytowej. Tworzy ponadto pseudomorfozy po minerałach węglanowych. Częstym składnikiem detrytycznym opisywanych skał oprócz kwarcu są szczątki organiczne zbudowane z krzemionki, takie jak: igły gąbek, okrzemki i radiolarie. Znacznie rzadziej wśród materiału detrytycznego występują ziarna innych minerałów. Są one reprezentowane głównie przez miki: muskowit, hydromuskowit i biotyt objęty zazwyczaj procesami chlorytyzacji, a także skalenie typu mikroklinu, minerały ciężkie głównie w postaci cyrkonu oraz zeolity i glaukonit. Ponadto w obrębie tych skał stwierdzono występowanie siarczków żelaza w postaci pirytu. Minerał ten tworzył niewielkie kryształy o idiomorficznych zarysach. Występował także w formie konkrecji framboidalnych. Skały krzemionkowe zawierają w swoim składzie także minerały ilaste z grupy smektytu i illitu. Są one składnikiem tła skalnego. W składzie mineralnym tych skał stwierdzono ponadto obecność minerałów węglanowych w postaci kalcytu. Występowały one w formie mikrytu, drobnych kryształów, a także budowały szczątki organiczne. Niektóre z nich zostały objęte procesami rozpuszczania i wtórnego strącania SiO_2.

Można przypuszczać, że opisywane skały krzemionkowe, a przede wszystkim opoki, opoki odwapnione i gezy, zostały objęte procesami diagenetycznymi. Świadczą o tym pseudomorfozy kwarcu po minerałach węglanowych, zastępowanie kalcytu w szczątkach organicznych przez krzemionkę, a także wypełnienia porów skalnych (powstałych np. po wyługowaniu węglanu wapnia) przez opal i chalcedon.

Odrębną grupą skał krzemionkowych ze strefy kontaktu trzeciorzęd–mezozoik w złożu Bełchatów są krzemienie. Od pozostałych różnią się przede wszystkim formą występowania (występują jedynie w postaci konkrecji), a także składem mineralnym, który jest mało urozmaicony. Zbudowane są jedynie z drobnokrystalicznego kwarcu oraz chalcedonu. Biorąc pod uwagę formy występowania konkrecji krzemionkowych można przypuszczać, że są one pochodzenia syngenetycznego, ewentualnie wczesnodigenetycznego. Przemawiają za tym takie ich cechy, jak: regularne kształty, wygięcie lamin w osadzie przykrywającym konkrecję zgodnie z ich górną powierzchnią, brak nieskrzemionkowanych fragmentów osadu wapiennego wewnątrz konkrecji oraz skrzemionkowanych organizmów lub ooidów w konkrecji, a także występowanie ostrej granicy z otaczającym osadem.

Charakter mineralogiczno-petrograficzny utworów krzemionkowych zalegających w strefie kontaktu trzeciorzęd–mezozoik w złożu węgla brunatnego Bełchatów, a także ich skład chemiczny wskazuje na możliwości ich praktycznego wykorzystania m.in. w przemyśle

materiałów budowlanych, drogownictwie po przeprowadzeniu dalszych badań złożowych i surowcowych.

Badania wykonano w ramach Projektu KBN 2P04D 042 28 oraz badań własnych AGH nr 10.10.140.180

LITERATURA

1. Błaszkiewicz A. i in.: Zarys tektoniki i stratygrafii południowej części niecki łódzkiej. Kwartalnik Geologiczny 12, zeszyt 2, 1968, s. 279-295
2. Połońska M., A. Maliszewska: Kreda górna: Mikrolitofacja osadów mezozoicznych w niecce łódzko-miechowskiej". Archiwum PIG, 2000.
3. Ratajczak T., Szewczyk E., Muszyński M., Wyszomirski P.: Wstępne wyniki badań utworów krzemionkowych ze strefy kontaktowej trzeciorzęd–mezozoik w złożu węgla brunatnego w Bełchatowie. Górnictwo Odkrywkowe 39 (1-2), 2001, s. 89-95.
4. Stoch L.: Minerały ilaste. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1976, s. 265-292.
5. Wilson R. C. L.: Silica diagenesis in Upper Jurassic limestones of southern England. J. Sed. Petrol., 36: 1966, s. 1036 - 1049.

Recenzent: Prof. zw. dr hab. inż. Wiesław Gabzdyl